ÉVALUATION DES PERFORMANCES EN CONDITIONS HIVERNALES DES CAMIONS À ORDURES ALIMENTÉS AU GNC



15 NOVEMBRE 2013

enrouteaveclegaznaturel.ca

PRÉPARÉ POUR :

PROGRAMME ÉCOTECHNOLOGIE POUR VÉHICULES

GÉRANCE ET TRANSPORT DURABLE

TRANSPORTS CANADA

PRÉPARÉ PAR :

DR. ALEX LAWSON, ALEX LAWSON ASSOCIATES INC.

NEIL COOKE, RED RIVER COLLEGE

Les auteurs souhaitent également remercier M. Ghislain Lapointe, Gestionnaire du parc du Groupe EBI, l'Alliance canadienne des véhicules au gaz naturel, ainsi que les responsables du programme écoTECHNOLOGIE pour véhicule de Transports Canada pour avoir fourni le soutien financier nécessaire à ce projet.

TABLE DES MATIÈRES

1.0 RÉSUMÉ

Lorsque de nouvelles technologies de transport intègrent le marché canadien, il est important de s'assurer qu'elles sont capables de bien fonctionner dans un environnement canadien typique, qui inclut l'exposition à des températures très basses en hiver et, dans certaines régions, à des conditions arctiques. Les camions d'ordures fonctionnant au gaz naturel comprimé (GNC) sont de plus en plus présents au Canada; il s'est donc avéré important d'évaluer les performances en conditions hivernales de la génération actuelle de camions à GNC fabriqués en usine, le but étant de :

- S'assurer que les camions peuvent être utilisés de manière satisfaisante dans les conditions propres au Canada;
- Documenter tout aspect qui nécessiterait une attention;
- Documenter les meilleures pratiques d'exploitation;
- Mieux comprendre les problèmes liés aux basses températures, de sorte que les parcs alimentés au GNC puissent bénéficier des informations obtenues.

Ce travail a été visé par le Groupe de consultation technique (GCT) chargé du plan d'action pour le déploiement, un groupe gouvernemental/industriel constitué afin de surmonter les obstacles techniques liés à l'adoption de véhicule au gaz naturel moyen et lourd, tels qu'ils sont mentionnés dans le *Plan d'action pour le déploiement de l'utilisation du gaz naturel dans le secteur du transport canadien.*

Le principal parc choisi pour subir l'évaluation des performances hivernales a été un parc de 18 camions d'ordures à GNC exploités par le Groupe EBI dans le Grand Montréal. La seconde source d'information utilisée pour établir le présent document a été l'expérience d'utilisation par temps froid d'un parc de 58 camions d'ordures à GNC exploitée par Emterra Environmental, à Winnipeg.

Le processus d'évaluation a visé plusieurs domaines, y compris la configuration des véhicules et les dispositifs d'hivérisation, la surveillance des données des véhicules, la configuration des stations d'alimentation en gaz et les expériences d'exploitation des parcs. Outre la collecte directe de données, des renseignements ont été recueillis en communiquant avec des fournisseurs de moteurs, de véhicules et d'équipements de station, en effectuant des recherches dans des publications ou en réalisant des visites sur site.

EXPÉRIENCE D'EXPLOITATION PAR TEMPS FROID DU GROUPE EBI

EBI exploite un parc de camions Peterbilt à cabine avancée dont le radiateur est logé à l'intérieur du compartiment moteur. Le système d'arrivée d'air des camions est protégé derrière la cabine et se trouve à proximité du système d'échappement. Les seuls dispositifs d'hivérisation ajoutés aux véhicules ont consisté en deux chaufferettes électriques pour liquide de refroidissement et en un chauffe-carter électrique conçu pour réduire la viscosité de l'huile et améliorer la vitesse de démarrage par temps froid. Les deux types de dispositifs ont été raccordés durant la nuit, pendant le processus de ravitaillement. Le groupe EBI ne possédait aucune information préalable sur les exigences détaillées d'utilisation par temps froid applicables aux camions à GNC, mais il a cerné la nécessité de réchauffer le liquide de refroidissement et l'huile moteur en tenant compte de son expérience d'exploitation de parcs de camion diesel par temps froid dans la région de Montréal.

La configuration de conception des camions Peterbilt utilisés par EBI n'était pas intrinsèquement vulnérable aux problèmes liés aux basses températures et elle a démontré des performances satisfaisantes avec des dispositifs d'hivérisation minimums. Ce concept offre une protection adéquate en conditions d'utilisation par temps froid à des températures pouvant atteindre – 16 °C. Le pourcentage d'utilisation du parc a été élevé et a affiché des temps d'immobilisation minimes sur une période d'exploitation de deux ans, avec dix heures d'exploitation quotidiennes par camion et un kilométrage annuel par camion estimé à 40 000 km. Au cours des deux années d'exploitation, peu de problèmes liés au temps froid ont été signalés. Le démarrage et l'utilisation du véhicule par temps froid sont satisfaisants, comme le montrent les données de surveillance du véhicule et les premiers rapports de voyage des conducteurs.

Toutes les données collectées à partir des enregistreurs de données installés dans les deux véhicules montrent que les véhicules équipés pour être alimentés au GNC peuvent fonctionner efficacement sans effet défavorable ni problème liés aux températures ambiantes basses lorsqu'ils sont dotés d'équipements d'hivérisation et de caractéristiques de conception appropriés.

Il est connu que les problèmes les plus courants ayant une incidence sur les performances des véhicules à GNC par temps froid sont la qualité du carburant et les contaminants. Le niveau d'humidité, les hydrocarbures lourds et la teneur en soufre du carburant peuvent en effet engendrer des problèmes. La contamination découlant de la circulation de l'huile de compresseur

peut aussi poser problème. L'inconvénient le plus fréquemment rencontré touche la teneur en eau du combustible. Plus les températures ambiantes baissent, plus le gaz naturel doit être sec. Il est par conséquent crucial d'intégrer un dispositif de séchage dans la station de ravitaillement en GNC et de faire en sorte que ce dispositif soit entretenu de façon appropriée. Le dispositif de séchage doit fonctionner selon le niveau requis en tenant compte de la température ambiante, et le point de rosée, ou le point de congélation, du combustible doit toujours être inférieur soit à la température ambiante, soit à la température la plus basse du système d'alimentation dans lequel le combustible circule. Si ces conditions sont réunies, l'exploitation de véhicules fonctionnant au GNC ne devrait pas donner lieu à de gros problèmes, même en conditions arctiques extrêmes.

Dans le cas des véhicules de EBI, l'eau qui a gelé dans les filtres à combustible des deux véhicules a eu des répercussions mineures, sans toutefois affecter l'exploitation générale du parc.

Comme c'est le cas avec les moteurs fonctionnant au diesel, plus les températures d'exploitation baissent, plus le nombre de dispositifs d'hivérisation, de modifications touchant les véhicules, de tâches de préparation des véhicules, de pratiques d'utilisation et de procédures de maintenance augmente, le but étant d'assurer une exploitation satisfaisante des camions. On peut conclure en disant que si les dispositifs d'hivérisation du véhicule sont adaptés à ce dernier et à ses températures d'utilisation ambiantes de conception, et si le gaz naturel est convenablement asséché et qu'il répond aux exigences liées aux hydrocarbures lourds et à la circulation de l'huile de compresseur, les véhicules à GNC peuvent être exploités en conditions normales par temps froid.

2.0 INTRODUCTION

Le but du présent rapport est de publier les résultats d'un projet visant à évaluer les performances hivernales d'un parc de 18 camions à ordures fonctionnant au gaz naturel comprimé (GNC) exploités par le groupe EBI dans Lanaudière, dans la Grande région de Montréal (province de Québec).

Ce travail a été visé par le Groupe de consultation technique (GCT) chargé du plan d'action pour le déploiement, un groupe gouvernemental/industriel constitué afin de surmonter les obstacles techniques liés à l'adoption de véhicule au gaz naturel moyen et lourd, tels qu'ils sont mentionnés dans le *Plan d'action pour le déploiement de l'utilisation du gaz naturel dans le secteur du transport canadien*, car il peut aider à déterminer et à documenter les performances satisfaisantes de la génération de véhicules à GNC fabriqués en usine dans les conditions météorologiques du Canada. Le rapport traite du parc EBI, mais une source d'information secondaire a été utilisée pour établir le présent document: il s'agit de l'expérience d'utilisation par temps froid d'un parc de 58 camions d'ordures à GNC exploitée par Emterra Environmental, à Winnipeg.

Ce document fait état des problèmes techniques et opérationnels ayant une incidence sur les performances des camions en service et des mesures correctives associées. Les renseignements inclus dans le document pourraient faciliter l'élaboration ultérieure de directives visant à la fois l'industrie des véhicules fonctionnant au GNC et les parcs exploitées par temps froid, car il met en relief les conditions à remplir pour assurer un rendement satisfaisant des véhicules dans les conditions météorologiques canadiennes et le respect de la norme applicable aux exploitants de parcs de véhicules fonctionnant au GNC.

3.0 PROCESSUS D'ÉVALUATION TECHNIQUE

Le processus d'évaluation a englobé un certain nombre d'aspects liés à la surveillance et l'évaluation. Des renseignements ont été recueillis au moyen d'un contact direct avec les fournisseurs de véhicules et d'équipements de station de ravitaillement, au moyen d'une collecte de données directe, de l'étude de publications techniques et d'une visite du site de EBI, qui a eu lieu le 14 mars 2013, et à laquelle a participé un technicien de Cummins Eastern Canada, lequel a établi une relation de travail avec le parc. Le projet repose sur quatre domaines principaux d'enquête et d'évaluation :

CONFIGURATION DU VÉHICULE

La configuration du moteur/des systèmes du véhicule a été évaluée, de même que les dispositifs d'hivérisation, tels que les chauffe-blocs, les chauffe-carters, les chauffe-batteries, et tout dispositif de réchauffage de filtres supplémentaire, les dispositifs de réchauffage du régulateur et du liquide de refroidissement, les grilles de radiateur installées et la conception opérationnelle. L'utilisation de carénages destinés à faciliter le réchauffage de l'air d'admission a également été passée en revue.

SURVEILLANCE DES DONNÉES DU VÉHICULE

Les enregistreurs de données OttoView (voir la description à l'Appendice 1) ont été installés par Cummins Eastern Canada sur deux véhicules. Les enregistreurs sont capables de surveiller divers paramètres moteur en continu. Les enregistreurs ont permis de recueillir des informations qui ont ensuite été téléchargées vers le Red River College à des fins d'étude et d'analyse. Les informations ont été archivées et sont accessibles au moyen d'une carte mémoire branchée à l'enregistreur, laquelle permet de transférer les données vers un ordinateur à intervalles réguliers.

L'objectif initial du projet consistait à collecter des données entre le 11 février et le 25 mars. Malheureusement, en raison de retards liés à la technologie de l'enregistreur de données et à son utilisation, la collecte des données a eu lieu entre le 18 mars et le 28 mars.

	Paramètre	Unités de mesure	Fréquence de collecte des données
1	Date et heure	-	Toutes les secondes
2	Vitesse	km/h	Toutes les secondes
3	Source d'alimentation OttoView	Tension en volts c.c.	Toutes les secondes
4	Durée du trajet	Heure/minute/seconde	Toutes les secondes
5	Distance	km	Toutes les secondes
6	Pédale d'accélérateur - Position 1	Pourcentage de sollicitations	Toutes les secondes
7	Charge du moteur à la vitesse actuelle	Pourcentage	Toutes les secondes
8	Couple moteur réel	Pourcentage	Toutes les secondes
9	Régime du moteur	Tr/min	Toutes les secondes
10	Température du liquide de refroidissement du moteur 1	Degrés Celsius	Toutes les secondes
11	Pression barométrique	KPa	Toutes les secondes
12	Température du collecteur d'admission	Degrés Celsius	Toutes les secondes
13	Température de l'air extérieur	Degrés Celsius	Toutes les secondes

Figure 1 - Paramètres surveillés par les enregistreurs de données

Cette surveillance des données a fourni un bon aperçu de l'environnement d'exploitation et de ses effets sur le moteur. De plus, la température ambiante quotidienne et l'humidité ont été enregistrées à partir des données Weather Underground sur l'internet, et elles ont été consignées dans des fiches quotidiennes par EBI.

CONFIGURATION DE LA STATION DE RAVITAILLEMENT

La configuration de la station de ravitaillement en GNC de base a également été évaluée. EBI possède une station de remplissage minuté et une station de remplissage rapide. Les détails concernant la configuration des deux stations ont été recueillis. Le gestionnaire du parc a été interrogé dans le but de collecter des renseignements sur les performances des stations par temps froid, et notamment sur les performances et la maintenance des dispositifs de séchage utilisés pour limiter la pénétration d'eau dans le combustible, l'importance de la circulation d'huile et la capacité de la station à remplir tous les véhicules pendant la nuit, lors des opérations de remplissage.

DONNÉES CONCERNANT LE PARC

Les entrevues organisées avec le personnel de EBI et de Cummins Eastern Canada ont permis d'obtenir des renseignements empiriques sur les performances générales du parc lors de l'exploitation par temps froid, notamment sur les délais d'immobilisation, le rendement opérationnel et la maintenance. Un rapport de voyage quotidien a été rempli par les opérateurs des véhicules. Ce rapport fait état des heures de fonctionnement, du carburant consommé, des températures ambiantes et de toute anomalie survenue lors de l'utilisation des deux camions. Les paramètres sont enregistrées par les enregistreurs.

4.0 PROFIL DU GROUPE EBI

Le Groupe EBI est une entreprise privée basée au Québec totalisant plus de cinquante années d'expérience. Le groupe a débuté ses activités dans le domaine de l'excavation et du déneigement. L'entreprise a commencé à s'intéresser au secteur environnemental et à la collecte des déchets dans les années 1970, date à laquelle elle a mis en place un service de collecte des ordures. L'entreprise a ensuite diversifié ses opérations en obtenant le permis d'exploiter une installation de traitement des déchets en 1978 et en 1982 un autre permis l'autorisant à traiter des déchets de champ d'épuration.

EBI a intégré l'industrie du recyclage en 1990 en commençant par ramasser des matériaux recyclables et en compostant des matériaux organiques. EBI a continué de développer des systèmes de gestion de déchets en construisant des usines de tri en 1998 et en incorporant des systèmes de récupération de biogaz en 1999. Ces systèmes de récupération de biogaz ont été améliorés et perfectionnés en 2002 en intégrant une usine de traitement des biogaz du Parc industriel environnemental à la Gestion environnementale Éconord.

EBI continue de développer ses activités de gestion des déchets en axant notamment ses efforts sur la gestion des déchets ménagers, des matières dangereuses et des dépôts de recyclage, le déchiquetage de documents, la création de centres de tri, la gestion de sites de décharge et le traitement des eaux usées. EBI travaille avec des partenaires incluant les gouvernements municipaux, les petites entreprises, les industries lourdes et légères et d'autres partenaires d'affaire, tels que Hydro Québec.

5.0 UTILISATION DES CAMIONS D'ORDURES À GNC DE EBI

EBI a commandé son premier camion à ordures fonctionnant au GNC en 2010. À l'époque, le véhicule était l'un des premiers camions à ordures à GNC au Canada muni d'un châssis d'équipementier d'origine (OEM) et d'un moteur à bougie ISL G de 8,9 litres de quatrième génération Cummins Westport. Gaz Métro Solutions Transport de Montréal assurait alors le service d'avitaillement mobile en GNC.

EBI possède à présent 18 camions à ordures à GNC en service et envisage de porter son parc à 50 unités pendant l'année 2013. Le parc a été exploité en service pendant environ deux ans et a donné entière satisfaction, les délais d'immobilisation étant restés minimes. Les véhicules roulent pendant environ 10 heures avant de rejoindre leur base à la fin de la journée. Les camions à GNC sont exploités de la même manière que les camions diesel, sans changement concernant les services de ramassage fournis ou les itinéraires de conduite suivis chaque jour. Chaque camion parcourt environ 40 000 km par an, ce qui correspond à la norme pour un parc de camions à ordures.

Avant qu'un nouveau camion à ordures soit livré à EBI, le châssis Peterbilt, représenté sur la photo ci-dessous, est acheminé à l'installation de Labrie, près de Montréal. C'est à cet endroit que la carrosserie et le système de stockage du GNC sont installés dans le cadre de l'étape de fabrication finale.



Figure 2 – Camions à ordures EBI équipés et non équipés

Le véhicule complet est avitaillé à Labrie, puis il est acheminé vers EBI sans autre ravitaillement; Labrie se trouve à moins de 200 km de EBI. À EBI, les véhicules sont ravitaillés au poste de ravitaillement spécial du site EBI. L'historique du ravitaillement est donc connu dans son intégralité.

6.0 CONFIGURATION DES VÉHICULES

Les 17 camions récemment acquis par EBI comportent des carrosseries à chargement latéral Labrie « AUTOMIZERtm » munies de deux essieux et totalisant une capacité volumétrique de 22 vg2, soit 17 m3. Comme cela a déjà été indiqué, ces carrosseries sont installées sur le châssis Peterbilt, et des réservoirs de GNC sont montés derrière la cabine. Le châssis est du type à cabine avancée, et le système de refroidissement est logé sous la cabine, selon un concept traditionnel. Les châssis Peterbilt ont été fabriqués à Denton (TX), puis expédiés au moyen d'un camion à plate-forme vers Labrie, dans le St-Nicolas (QC), près de la ville de Québec. Lorsque les carrosseries Labrie et le système de stockage du GNC sont installés, les camions sont avitaillés au poste de ravitaillement en GNC privé de Labrie, puis ils sont acheminés jusqu'au site de EBI, au nord-est de Montréal.

Le système de stockage du GNC consiste en cinq réservoirs en aluminium à enroulement de fibres de carbone type 3 Dynetek ayant une capacité de stockage de 82 gallons équivalents diesel (DGE) montés dans une enceinte, derrière la cabine, comme cela est illustré sur la photo ci-dessous. L'enceinte de protection des réservoirs ajoute une distance estimée de 20 po à la longueur du camion et elle est montée sur les rails du cadre. Ce groupe de réservoirs de GNC ajoute environ 800 kg de masse,

ce qui inclut les réservoirs, les instruments et le dos de l'enceinte de la cabine. Les réservoirs de GNC sont conçus pour pouvoir stocker du gaz naturel à 3 600 lb/po2. Des parcs privées dotées de leurs propres stations de ravitaillement en GNC peuvent remplir jusqu'à 3 600 lb/po2 au Canada. Les véhicules qui ont accès aux stations publiques sont actuellement limités à 3 000 lb/po2 de pression au Canada. Une proposition vise à modifier le code actuel (CSA B108-99) pour permettre des ravitaillements à 3 600 lb/po2 dans toutes les stations de ravitaillement du Canada. Aux É.U., toutes les stations de ravitaillement en GNC remplissent les réservoirs à une pression de 3 600 lb/po2.



Figure 3 – Camion à ordures GNC de EBI

Le circuit d'alimentation en GNC comprend une vanne d'arrêt carburant principale installée en amont du régulateur de gaz naturel. Le régulateur a pour objet de réguler la pression du gaz des réservoirs, qui varie entre 3 000 et 3 600 lb/po2, pour la faire descendre jusqu'à la pression requise par le moteur, entre 70 à 150 lb/po2. Le régulateur est chauffé avec du liquide de refroidissement pour empêcher les risques de gel par temps froid; il est présenté ci-dessous (« Fuel Heater »).



Figure 4 – Vanne d'arrêt carburant, dispositif de réchauffage et filtre secondaire

Le système d'alimentation en GNC comprend également un filtre à carburant (photo ci-contre) équipé d'un drain de vidange qui permet de purger l'eau et l'huile du circuit. Il est recommandé de purger le filtre secondaire quotidiennement, et Cummins précise que selon la procédure d'entretien, il ne faudrait pas purger et recueillir plus d'une once d'huile à des fins de recyclage chaque jour. Si cette limite est dépassée, il est conseillé de contacter le fournisseur de combustible.

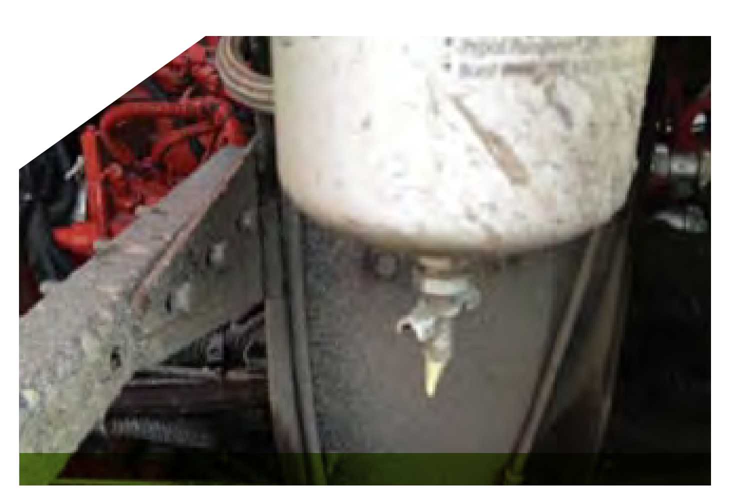


Figure 5 – Drain de vidange du filtre à carburant

Le carburant basse pression est ensuite acheminé vers le système de gestion du carburant du moteur. Le circuit d'admission d'air est situé derrière la cabine, mais en avant des réservoirs de stockage du carburant. Il s'agit d'un système classique dépourvu de tout système de réchauffage auxiliaire. Aucune conduite ne relie le compartiment moteur et l'entrée du filtre à air, mais la protection contre les contaminants est assurée, car le système d'admission d'air est installé derrière la cabine et à proximité du système d'échappement.

7.0 MOTEUR À GAZ NATUREL CUMMINS WESTPORT

Le moteur ISL G Cummins Westport est offert par tous les fabricants de camions qui proposent un châssis type gaz naturel adapté au ramassage des ordures. Ce moteur à combustion stœchiométrique à bougie de 8,9 litres 320 HP a un couple de 1000 lb-pi pour un régime de 1 300 tr/min utilise un convertisseur catalytique à trois voies. Il ne requiert pas l'usage d'un filtre à particules diesel pour réduire les émissions de matières particulaires (MP) ni celui d'un système de réduction sélective catalytique (SCR) pour réduire les émissions de NOx.



Figure 6 – Moteur ISL G Cummins Westport



Figure 7 - Convertisseur catalytique à trois voies Cummins Westport

La technologie met également en œuvre la recirculation des gaz d'échappement refroidis (RGER), qui offre une amélioration du couple de 30 % au ralenti et une économie supplémentaire de carburant de 5 % comparé à la technologie GNC à mélange pauvre de génération précédente. La RGER remplace l'air additionnel de la technologie à mélange pauvre, réduit les températures de combustion, comparé à celles des moteurs à mélange pauvre, et offre un rendement et une densité de puissance améliorés comparé aux moteurs à mélange pauvre et à combustion stœchiométrique classiques.

Le moteur ISL G affiche un couple type « diesel » dans toute la gamme de vitesse d'utilisation.

8.0 KEY CNG-SPECIFIC ISSUES WHICH CAN AFFECT FLEET PERFORMANCE

Il est connu que les problèmes les plus courants qui ont une incidence sur les performances des véhicules à GNC par temps froid sont la qualité du carburant et les contaminants. Idéalement, le carburant devrait répondre aux spécifications décrites dans la norme *SAE J1616 – Recommended Practice for Compressed Natural Gas Vehicle Fuel*. Le bulletin de service Cummins *3379001 – « Fuels for Cummins Engines » renferme une spécification carburant* (CES 14624) applicable aux moteurs à gaz naturel, laquelle fait mention du nombre de méthane minimum concernant les véhicules routiers. De temps à autre, des contaminants sont retrouvés dans la source d'alimentation en gaz naturel; ces contaminants peuvent affecter, dans une certaine mesure, les performances des véhicules à GNC. Les contaminants en question sont énumérés ci-dessous, de même que les effets qui les accompagnent.

- Humidité
  - Accumulation de glace dans le carburant
  - Possibilité d'obstruction du filtre à carburant et/ou de défaillance des capteurs du moteur

- Hydrocarbures lourds
  - Problème touchant le capteur et l'injecteur
  - Possibilité d'obstruction du filtre à carburant et/ou de défaillance des capteurs du moteur

- Circulation de l'huile de compresseur
  - Bloque l'électrovanne et provoque un fonctionnement intermittent
  - Possibilité d'obstruction du filtre à carburant et/ou de défaillance des capteurs du moteur

- Teneur en soufre élevée
  - Provoque la corrosion des composants
  - Endommagement des disques de sécurité

Outre les contaminants que l'on peut trouver dans la source d'alimentation, on a également observé que de l'eau et des contaminants huileux peuvent s'accumuler dans les bouteilles de stockage du carburant au fil du temps. Il est conseillé aux parcs de contacter leur concessionnaire de camions local si elles ont besoin d'informations complémentaires concernant les problèmes touchant les bouteilles de GNC.

Une autre variable peut également entrer en ligne de compte lorsque de nouveaux véhicules à GNC sont livrés au parc. Si les véhicules sont acheminés à partir de l'usine de fabrication, les bouteilles de GNC peuvent faire l'objet de contamination selon le nombre d'arrêt effectués à des fins de ravitaillement en chemin et les différents types d'équipements utilisés aux stations de ravitaillement. Étant donné que l'historique des ravitaillements des camions EBI est connu avec certitude, le risque potentiel d'une contamination associée à l'utilisation de différentes stations de ravitaillement et de différents équipements est minime. La procédure de vidange quotidienne du filtre secondaire constitue également une procédure critique lorsque les camions GNC rentrent en service.

9.0 EXPLOITATION DES VÉHICULES À GNC PAR TEMPS FROID

Lorsqu'un camion est destiné à rouler dans des conditions de temps froid, ses spécifications et les modifications qu'il subit varient selon que la température d'utilisation est considérée comme une température hivernale normale (-20 °C) ou une température de conditions arctique (-32 à -54 °C). La plupart des spécifications et modifications requises pour tenir compte de ces différentes plages de températures s'applique, que le camion roule au diesel ou au gaz naturel; elles sont répertoriées dans le manuel d'utilisation du moteur.

La particularité des camions à GNC tient au fait qu'une attention spéciale peut s'avérer nécessaire concernant les systèmes annexes, y compris la station de ravitaillement, le but étant d'éviter : a) une humidité excessive dans le carburant ou b) la circulation de l'huile de compresseur. Dans le dernier cas, selon la viscosité de l'huile de compresseur utilisée, une gélification de l'huile peut se produire dans le filtre à carburant et entraîner une restriction du débit et des performances moteur insuffisantes. Le réchauffage auxiliaire du filtre à carburant sera nécessaire pour remédier à ce problème par très grand froid, ou une modification de la viscosité de l'huile de compresseur peut s'avérer nécessaire en conditions arctiques. Si une huile de compresseur à viscosité plus légère est utilisée, une solubilité accrue du gaz naturel dans l'huile se produit, ce qui réduit encore la viscosité et augmente les risques d'usure du cylindre du compresseur. Il y a donc un choix à faire concernant l'acceptabilité des huiles de compresseur à viscosité inférieure.

Les performances satisfaisantes des gros véhicules à diesel ou au gaz naturel par temps froid dépendent de la plage de températures à laquelle il est prévu de les exposer. Plus le temps est froid, plus il faut multiplier les dispositifs d'hivérisation, modifier le véhicule, le préparer spécifiquement et respecter des pratiques d'exploitation et des procédures de maintenance particulières. Outre l'application de pratiques de démarrage raisonnables, le véhicule doit être préparé de sorte qu'un réchauffage fiable du moteur se produise jusqu'à un niveau acceptable à la fois pour les performances et la durabilité du véhicule. Le réchauffage jusqu'à une température de liquide de refroidissement d'environ 80 °C devrait normalement prendre environ 15 minutes, avant le départ. Dans le cas d'un camion à GNC, l'acheminement approprié d'un liquide de refroidissement réchauffé au régulateur du système de carburant améliorera les performances.

Les modifications et pratiques d'utilisation types pouvant être requises par temps froid incluent :

SYSTÈME ÉLECTRIQUE

Le rendement des batteries diminue aux basses températures, et si la vitesse de démarrage requise doit être maintenue pour démarrer le moteur, il faut utiliser des chauffe-batteries ou augmenter la capacité des batteries, ou utiliser des systèmes de 24 volts, au besoin.

SYSTÈME D'ADMISSION D'AIR

Si le véhicule doit être exploité à des températures ambiantes inférieures au point de congélation, le système d'admission d'air devrait se trouver dans le compartiment moteur, de sorte que de l'air du moteur chaud soit aspiré pour assurer le processus de combustion. Si le système d'amission d'air et le filtre à air sont situés à l'extérieur du compartiment moteur, l'air chaud provenant du moteur devrait être acheminé vers le filtre à air au moyen d'une conduite, ou un échangeur de chaleur devrait être conçu pour transférer la chaleur de l'échappement vers le système d'admission d'air.

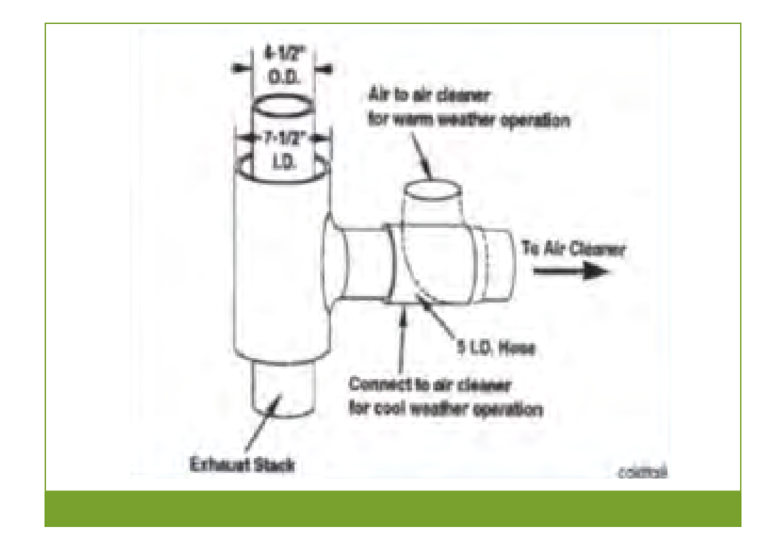


Figure 8 – Système de réchauffage de l'air d'admission

SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT

Le flux d'air qui traverse le moteur peut prolonger le délai de réchauffage et, par temps très froid, empêcher le moteur d'atteindre des températures d'utilisation minimales. Il est possible de corriger ce phénomène en ajoutant des chaufferettes électriques à liquide de refroidissement de manière à maintenir les températures du liquide de refroidissement durant la nuit et à aider le liquide de refroidissement à atteindre la température d'utilisation minimale requise pour le démarrage. Si les températures d'exploitation sont plus basses, il est conseillé d'installer des rideaux de radiateur ou des caches de radiateur. La photo ci-dessous présente un exemple de cache.

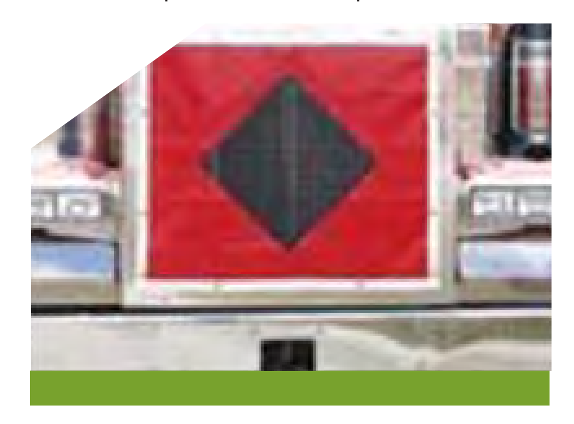


Figure 9 – Cache de radiateur

Il est également possible d'utiliser une commande de ventilateur thermorégulée pour réduire le débit d'air qui passe dans le moteur. Le principe de fonctionnement de ce type de dispositifs consiste à débrancher ou à débrancher partiellement le ventilateur de son dispositif d'entraînement.

HUILES DE LUBRIFICATION

La viscosité de l'huile de lubrification du moteur est un facteur très important à prendre en compte, car elle augmente à mesure que les températures descendent, ce qui réduit la vitesse de démarrage et augmente la charge imposée à la batterie pour démarrer le véhicule. Il est recommandé d'utiliser une huile à faible viscosité pour l'exploitation en conditions hivernales. Une faible viscosité augmente la vitesse de démarrage et facilite le démarrage tout en autorisant l'écoulement libre de l'huile dans le moteur. Cummins recommande d'utiliser des huiles 10W40 pour les conditions hivernales, et une huile 0W30 pour les températures arctiques extrêmes, ce qui répond à la spécification de Cummins CES 20074 exigée pour les moteurs à gaz naturel.

Si la viscosité de l'huile est supérieure à la viscosité commandée par Cummins, le fait de réchauffer l'huile avec un chauffe-carter électrique réduira la viscosité et le point d'écoulement, et améliorera le démarrage et la lubrification du moteur.

MODIFICATIONS DES ÉQUIPEMENTS À MESURE QUE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE DIMINUE

À des températures hivernales normales comprises entre 0 et -20 °C, les chaufferettes de liquide de refroidissement et les chauffe-carters seront normalement exigés. Au point le plus bas de la plage de températures, un cache permettra de maintenir les températures de fonctionnement du moteur, et l'acheminement d'air chaud du compartiment moteur vers le système d'admission d'air pourra s'avérer nécessaire. Le fait d'installer un système d'admission d'air conçu pour être logé à l'intérieur du compartiment moteur permettra d'assurer des performances optimales en conditions hivernales.

Lorsque la température ambiante atteint les valeurs des conditions arctiques - entre -32 °C et – 54 °C – il peut s'avérer nécessaire de procéder à des modifications importantes en utilisant divers dispositifs d'hivérisation, afin de faciliter le démarrage du véhicule et de maintenir une température de fonctionnement du moteur satisfaisante. Les camions munis d'une cabine avancée et d'un système de refroidissement logé sous la cabine selon un concept traditionnel se prêtent bien aux modifications permettant de retenir la chaleur du moteur dans le compartiment moteur. En plus des aides décrites ci-dessus applicables aux températures pouvant atteindre – 20 °C, des caches de radiateur devraient être conçus pour empêcher des infiltrations d'air froid dans le compartiment moteur; des rideaux latéraux pourraient être ajoutés et un cache de carter isolé pourrait également contribuer à maintenir des températures d'huile moteur satisfaisantes. On peut également opter pour un système de démarrage de 24 volts ou ajouter un chauffe-batterie. Un ventilateur de type arrêt/marche permettra également de réduire le débit d'air froid acheminé au moteur.

Lorsque cela est possible, le régulateur de carburant chauffé et le filtre à carburant devraient être installés à l'intérieur du compartiment moteur, à un endroit où la chaleur du moteur peut être utilisée pour empêcher le gel du filtre et/ou du régulateur causé par l'humidité ou l'huile de compresseur. Un régulateur de carburant ayant un débit de liquide de refroidissement adapté devrait être employé, et un réchauffage auxiliaire du filtre à carburant pourrait être exigé.

Si le véhicule à GNC est convenablement hivérisé, aucun problème de fonctionnement par temps très froid ne devrait se produire, y compris dans des conditions arctiques.

Il est possible d'obtenir de plus amples informations sur l'hivérisation des véhicules en consultant les manuels d'exploitation et de maintenance, ainsi que le bulletin de service de *Cummins n° 4332709 « Operation of Automotive Natural Gas Engines in Cold Weather »*, lequel est disponible gratuitement auprès des distributeurs Cummins. L'appendice II renferme des informations portant sur le fonctionnement du moteur à GNC ISL G Cummins Westport par temps froid.

10.0 DISPOSITIFS D'HIVÉRISATION DU GROUPE EBI

Pendant les nuits d'hiver, le groupe EBI branche tous ses camions à GNC à une source électrique qui alimente les dispositifs d'hivérisation. Chaque camion est doté de deux chauffe-blocs et d'un chauffe-carter. EBI ne possède pas de données historiques sur les exigences de fonctionnement par temps froid, mais il sait qu'il est nécessaire de réchauffer le liquide de refroidissement et l'huile grâce à l'expérience d'exploitation d'un parc diesel en conditions de temps froid dans la région de Montréal. En conditions hivernales, EBI utilise de l'huile 5W40 pour ses camions à GNC, ce qui correspond à l'huile pour moteur à gaz naturel standard répondant aux spécifications CES 20074.

Comme les camions sont à cabine avancée et que le radiateur est monté sous la cabine, le compartiment moteur est enfermé dans une enceinte, ce qui permet d'accumuler la chaleur du moteur. Des enregistreurs de données ont indiqué qu'il est possible de maintenir des températures de liquide de refroidissement de 80 °C à une température ambiante de – 16 °C pendant les cycles d'arrêt et de démarrage des camions à ordures. Les dispositifs d'hivérisation jugés nécessaires étaient donc la chaufferette de liquide de refroidissement et le chauffe-carter.

Comme le montre la photo ci-dessous, les véhicules ne sont pas équipés d'un cache de radiateur, mais ce dernier est bien protégé à l'intérieur du compartiment du fait de la conception du véhicule.



Figure 10 – Concept de radiateur classique

Il est possible d'intégrer un système de réchauffage d'air d'admission auxiliaire s'il est nécessaire d'améliorer les températures de l'admission d'air en conditions arctiques. EBI n'a pas utilisé ce type de système.

Le système d'air d'admission de EBI présenté ci-contre est un système classique dépourvu de dispositifs d'hivérisation spécifiques.



Figure 11 – Système d'admission d'air classique de EBI

Aucune conduite ne relie le compartiment moteur et l'arrivée du filtre à air, mais le système est néanmoins bien protégé des basses températures du fait de son emplacement, derrière la cabine, à proximité du système d'échappement.

De par sa conception, le véhicule offre une protection appropriée pour une utilisation par temps froid dans les températures ambiantes rencontrées, qui oscillent entre 0 et -20 °C.

11.0 RAVITAILLEMENT EN GNC

STATION DE RAVITAILLEMENT EN GNC

Le parc de camions d'EBI est ravitaillée au moyen de compresseurs de gaz naturel « Sulzer » qui ont été installés et entretenus par Syst Mes GNC Inc. de Laval (Québec). Chaque site est doté de deux unités Sulzer modèle C50 2-11 GPX, et une des unités a été mise en service il y a six mois pour remplacer une unité d'essai d'origine par une seconde unité de taille et de conception équivalentes. Les compresseurs en question répondent aux besoins du système de ravitaillement minuté et du système de remplissage rapide également présent sur le site. Ces deux systèmes de distribution permettent aux unités de procéder à des remplissages minutés, mais si la demande en carburant est plus élevée que prévue pendant les heures d'exploitation normales, la capacité de remplissage rapide est toujours disponible. Les deux systèmes utilisent les buses de ravitaillement conformes à la norme industrielle NGV 3.1 et elles ont été conçues pour satisfaire à la norme CSA B108 applicables aux stations de ravitaillement en GNC.



Figure 12 – Station du compresseur Sulzer

La station du compresseur Sulzer a une capacité de 172 pieds cubes par minute (3,9 pi³/min standard) à 20 °C et une limite de pression manométrique 25 lb/po2 du côté admission du système. La limite de 25 lb/po2 à l'entrée est considérée comme étant légèrement supérieure aux pressions disponibles prévues pendant les mois d'hiver; cela est dû à la demande plus élevée en gaz naturel pour le chauffage hivernal relevée au niveau du fournisseur de gaz local. Certains concepteurs de systèmes ont précisé que les pressions d'entrée durant les mois d'hiver peuvent approcher les 20 lb/po2 dans cette zone locale. Les compagnies de distribution de gaz peuvent fournir des conseils concernant les pressions types en vigueur aux différentes périodes de l'année.

Les stations de ravitaillement ont besoin d'un approvisionnement en gaz naturel transportable par pipeline et de l'installation et de l'utilisation d'une source de séchage de gaz naturel convenablement dimensionnée. Il est possible d'obtenir des informations concernant la teneur en humidité de l'alimentation en gaz auprès du service de distribution de gaz local. Ces informations devraient être consultées avant d'établir les spécifications d'une unité de séchage ou de concevoir une station de compresseur utilisable par des véhicules à GNC. Le gaz transportable par pipeline contient généralement jusqu'à 7#MMSCE, ce qui signifie que 7 livres d'eau peuvent être présents dans 1 million de pieds cubes de gaz naturel. Ce volume d'humidité peut convenir pour des appareils ménagers et des appareils de chauffage domestiques, mais il requiert l'installation d'un système de séchage ayant une capacité adéquate pour s'assurer que le système d'alimentation et de filtration du véhicule bénéficie d'un approvisionnement en carburant propre et sec.

On recommande que le GNC utilisé dans les véhicules respecte les critères de la norme *ISO 15403 – Natural Gas for Use as a Compressed Fuel for Vehicles* (Gaz naturel - Gaz naturel pour usage comme carburant comprimé pour véhicules), le but étant de garantir que les limites de seuil et la composition du gaz naturel sont respectées. La norme traite également de la teneur en eau, des composés sulfurés, des matières particulaires, des hydrocarbures supérieurs, du dioxyde de carbone (CO2), de l'oxygène libre, du glycol/méthanol, de la teneur en huile et des composants corrosifs.



Figure 13 – Dispositif de séchage du gaz naturel PSB

Le dispositif de séchage choisi pour équiper la station est un PSB modèle NG-SV-5.0-1.5. Il s'agit d'une installation de séchage « côté aspiration » plus économique que la technique qui consiste à installer un système de séchage à décharge haute pression. Certaines entreprises de conception préfèrent les unités de décharge haute pression, car elles sont perçues comme des systèmes qui limitent l'humidité dans le système, par opposition aux systèmes munis d'un côté aspiration, qui nécessitent un dessiccant remplaçable.

Divers fournisseurs proposent des dispositifs de séchage adaptés aux besoins des stations de ravitaillement. Il est intéressant de noter que les systèmes de séchage installés à EBI et Emterra sont fournis par PSB et qu'ils sont tous les deux des systèmes à un seul réservoir à côté aspiration. Il importe de préciser le type de dispositif de séchage désiré en tenant compte des conditions d'exploitation locales.

Le système de séchage type consiste en un système en circuit fermé doté d'un échangeur de chaleur intégré conçu pour évacuer l'humidité générée par la compression du gaz. Lors de l'entrevue avec le gestionnaire du parc, il n'a pas été précisé si un dessiccant normal était utilisé dans le système ou si un autre type de super dessiccant avait été utilisé.

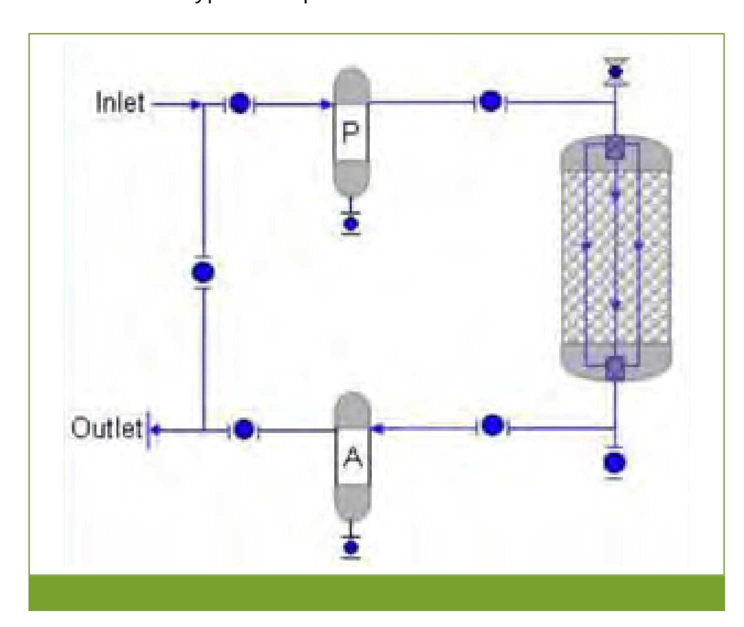


Figure 14 – Schéma du système de séchage du gaz

La station de ravitaillement de EBI est dotée d'un système de surveillance à visualisation rapide et de tous les systèmes de sécurité nécessaires. La station a toujours bien fonctionné depuis son installation. L'ensemble des tâches de maintenance programmées est exécuté par des techniciens qualifiés et certifiés.

On accède à la station du compresseur via un des cinq points d'accès (voir la page suivante).



Figure 15 – Manomètres de la station

Toute la signalisation de sécurité est installée et une formation sur le ravitaillement est dispensée dans le respect des normes de la Régie du Bâtiment du Québec. Seules des personnes adéquatement formées et habilitées peuvent prendre part aux tâches de ravitaillement sur le site. Toutes les normes ANSI NGV 1, NGV 2, NGV 3.1, NGV 4.1, NGV 4.2 et NGV 4.6 sont respectées, selon ce qui s'applique aux véhicules, aux installations et aux pratiques de ravitaillement. Une fois la mise en service de la station réalisée, une formation initiale sur le ravitaillement a été offerte par le concepteur et l'installateur du système Syst Mes GNC Inc.

Une pompe à remplissage rapide est installée sur un îlot séparé. Cette pompe permet d'effectuer périodiquement le remplissage rapide des véhicules d'entretien à GNC.



Figure 16 – Équipements installés à l'intérieur de l'enceinte de la station



Figure 17 – Pompe de remplissage rapide

RAVITAILLEMENT DES CAMIONS

La photo de la page suivante montre un camion garé au poste de remplissage minuté pendant le ravitaillement. Le tuyau est raccordé au camion au moyen d'une buse classique répondant à la norme ANSI NGV 3.1. La buse de ravitaillement est conçue pour s'adapter à la prise de ravitaillement située sur le véhicule et elle est conforme à la norme industrielle reconnue ANSI NGV 3.1.

Une fois que le tuyau de ravitaillement est branché à la prise et que le système est activé, le gaz est acheminé dans le véhicule. Pendant l'opération de ravitaillement, une étanchéité totale est obtenue et les risques de fuite sont nuls. Il n'y a également aucun risque d'émanation de vapeur ou de déversement.

La photo ci-dessous montre les manomètres situés sous l'enceinte du réservoir de carburant. Un instrument indique la haute pression des réservoirs de stockage; l'autre indique la pression basse régulée en aval du régulateur. Le filtre à carburant est situé derrière le point de remplissage, dans un endroit pratique permettant de vidanger l'huile, à l'extérieur du compartiment moteur.



Figure 18 – Camion EBI et poste de remplissage minuté

Comme les camions EBI sont utilisés pour des quarts de 10 heures par jour, ils quittent leur stationnement les réservoirs pleins à une pression d'environ 3 600 psi. Dans le courant de la journée, au fur et à mesure que le carburant est consommé, la pression chute. À la fin du quart, la pression des réservoirs est d'environ 1 000 à 1 500. Cette valeur offre une marge de carburant appropriée pour finir le quart avant de se brancher au système de remplissage minuté.



Figure 19 - Fuel Gauges Below EBI Truck Tank Enclosure

12.0 EXPÉRIENCE D'EXPLOITATION PAR TEMPS FROID DU PARC EBI

Le concept des camions à GNC utilisés par EBI offre une protection adéquate pour les opérations par temps froid à des températures pouvant descendre jusqu'à -20 °C. Peu de problèmes liés au temps froid ont été signalés au cours des deux années d'exploitation. Le démarrage et l'utilisation des véhicules par temps froid sont satisfaisants, comme le confirment les résultats des dispositifs de surveillance de données des véhicules et les rapports de voyage quotidiens présentés à l'appendice III.

Le pourcentage d'utilisation du parc est très élevé et les temps d'immobilisation sont minimes. Des cas de présence d'eau gelée touchant les filtres à carburant ont été signalés, mais le phénomène ne s'est produit que sur deux véhicules à deux endroits différents, et les véhicules avaient été ravitaillés par deux stations différentes. Ceci laisse penser qu'une contamination par l'eau provenant du carburant ou d'une autre source peut se produire dans les réservoirs des véhicules concernés. Outre ces cas, aucun problème important n'a été signalé concernant l'exploitation de cette parc par temps froid.

13.0 SURVEILLANCE DES DONNÉES DES VÉHICULES EBI

Le processus de collecte de données a comporté l'utilisation de deux véhicules du parc EBI équipés d'enregistreurs de données. Le processus a consisté à recueillir des informations en vue d'analyser le fonctionnement des véhicules à GNC par temps froid. Les enregistreurs de données sont compatibles J1939 et permettent de compiler plus de 80 lignes de données. Dans le cadre de ce projet, 13 paramètres ont été ciblés, et les journaux de conduite quotidiens ont permis de fournir des informations supplémentaires concernant les aspects opérationnels de l'exploitation. Le rapport s'est penché sur les paramètres suivants :

	Paramètre	Unités de mesure	Fréquence de collecte des données
1	Date et heure	-	Toutes les secondes
2	Vitesse	km/h	Toutes les secondes
3	Source d'alimentation OttoView	Tension en volts c.c.	Toutes les secondes
4	Durée du trajet	Heure/minute/ seconde	Toutes les secondes
5	Distance	km	Toutes les secondes
6	Pédale d'accélérateur - Position 1	Pourcentage de sollicitations	Toutes les secondes
7	Charge du moteur à la vitesse actuelle	Pourcentage	Toutes les secondes
8	Couple moteur réel	Pourcentage	Toutes les secondes
9	Régime du moteur	Tr/min	Toutes les secondes
10	Température du liquide de refroidissement du moteur 1	Degrés Celsius	Toutes les secondes
11	Pression barométrique	KPa	Toutes les secondes
12	Température du collecteur d'admission	Degrés Celsius	Toutes les secondes
13	Température de l'air extérieur	Degrés Celsius	Toutes les secondes

Figure 20 - Paramètres surveillés par les enregistreurs de données

données ont été insérées dans une série de quatre feuilles de calcul et de représentations graphiques afin de pouvoir les transmettre sous une forme utilisable. Le but de cette démarche était de représenter les résultats de la manière la plus transparente possible. Les données indiquent que par temps froid, lorsque la température ambiante oscille entre 4 °C et -16 °C, avec une température moyenne de -6 °C sur la période de surveillance, les véhicules à GNC peuvent fonctionner efficacement sans effets défavorables liés à la température de l'air ambiant à condition qu'ils aient été hivérisés et que les caractéristiques de conception soient appropriées.

Le tableau ci-dessous présente les statistiques de température moyenne de la région d'exploitation entre le 25 février et le 25 mars 2013.

Max Temp:	6.8°C
Max Temp.Date:	Mar.11,2013
Min temp:	-12.9 °C
Min Temp.Date:	Mar.18,2013

Les températures locales enregistrées sur les journaux de bord EBI ont fait état d'une valeur de -16 °C au début d'un quart et d'une température moyenne globale de -8 °C pour la semaine du 18 au 22 mars. Pendant la même semaine, les températures de la région d'exploitation d'EBI étaient comparables à celles de Winnipeg. Comme cette semaine a été marquée par la température la plus basse, c'est elle qui a été retenue dans les tableaux et graphiques.

Pendant la période de compte rendu, les chauffe-blocs et les chauffe-carters ont été utilisés plus de 75 pour cent du temps. Les pressions d'huile au démarrage se sont retrouvées dans la plage normale de 70 – 80 lb/po², et la plage d'utilisation normale a été atteinte dans une période de réchauffage de 15 minutes. Une des deux unités laissées à l'intérieur pour remplissage a été la seule à faire exception, et cette unité a affiché une pression de 35 lb/po² au démarrage après avoir été remplie et laissée à l'intérieur durant la nuit.

Les tableaux ci-dessous présentent certaines caractéristiques de fonctionnement des unités. Le premier tableau présente quatre aspects spécifiques du fonctionnement du moteur relevés toutes les secondes, mais condensés selon une base horaire afin de faciliter la présentation des données.

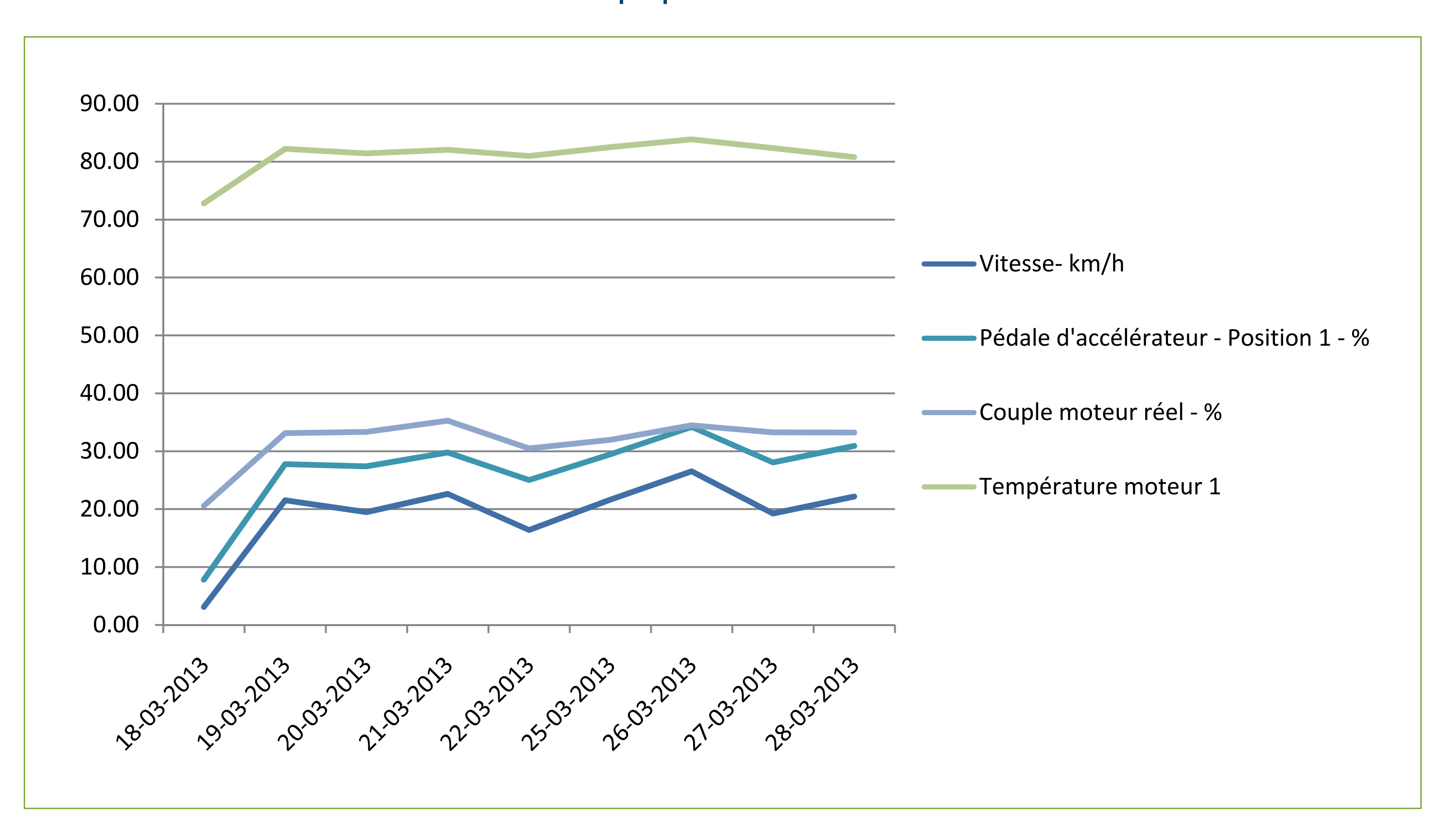
Dans ce tableau, le rapport entre la vitesse, la position du papillon et le couple réel appliqué pour maintenir la charge comparé à la température du liquide de refroidissement du moteur réelle montre que le moteur est capable de fonctionner à des niveaux acceptables. Comme les camions assurent un service de ramassage d'ordures, le kilométrage peut sembler plus bas que prévu. La durée totale du temps de fonctionnement au ralenti est un facteur qui permet au moteur de maintenir la température de liquide de refroidissement.

Les données du 18 mars incluent la configuration de l'enregistreur de données, ce qui explique pourquoi l'utilisation du véhicule et le kilométrage sont faibles. Il n'en demeure pas moins que des températures moteur appropriées ont été maintenues, même à des températures ambiantes de -16 °C.

Tableau 1 - Unité 1875

Date	Vitesse	Pédale d'accélérateur -Position 1	Couple moteur réel	Température moteur 1
			PGN 61444/SPN 513	PGN 65262/SPN 110
Moyenne pour :	**km/h**	**Pourcentage**	**Pourcentage**	**C**
18-03-2013	3,10	7,79	20,57	72,79
19-03-2013	21,51	27,77	33,10	82,21
20-03-2013	19,48	27,38	33,32	81,42
21-03-2013	22,62	29,78	35,26	82,05
22-03-2013	16,40	25,00	30,48	80,97
25-03-2013	21,64	29,45	31,96	82,51
26-03-2013	26,53	34,19	34,47	83,84
27-03-2013	19,25	28,06	33,26	82,35
28-03-2013	19,19	26,70	31,74	80,99

Graphique 1 - Unité 1875

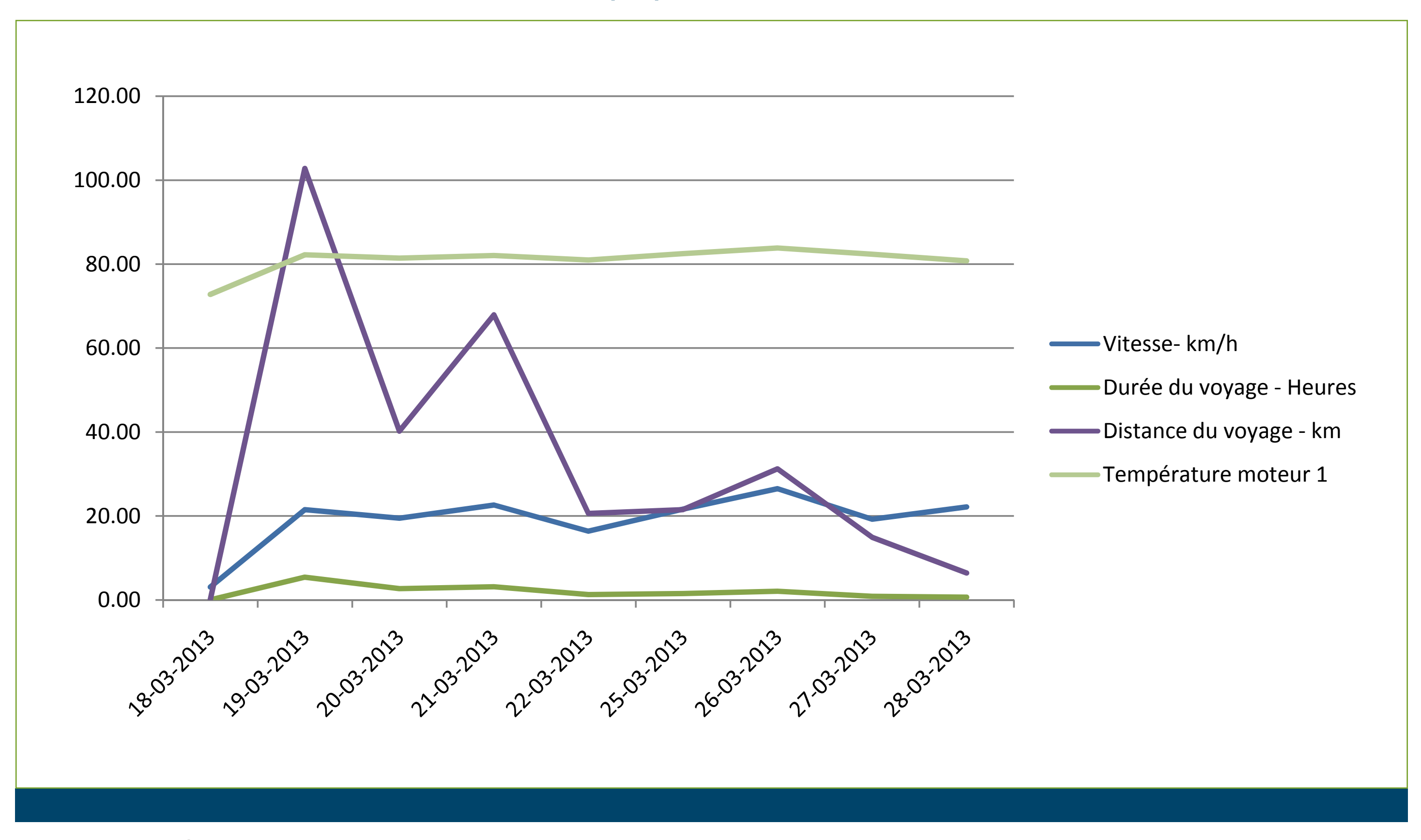


La deuxième série de paramètres recueillis représente la vitesse, la distance parcourue, la durée du voyage exprimée en heures et l'incidence de ces différents paramètres sur la température du liquide de refroidissement du moteur et la capacité à maintenir une température d'utilisation adéquate. Les tableaux et graphiques ci-dessous représentent la capacité à maintenir la température d'utilisation du moteur et à réduire les caractéristiques de fonctionnement par temps froid du moteur.

Tableau 2 - Unité 1875

Date	Vitesse	Durée du voyage	Distance	Température moteur 1
				PGN 65262/SPN 110
Moyenne pour :	km/h	Heures	km	C
18-03-2013	3,10	0,02	0,06	72,79
19-03-2013	21,51	5,44	102,78	82,21
20-03-2013	19,48	2,71	40,23	81,42
21-03-2013	22,62	3,15	67,91	82,05
22-03-2013	16,40	1,28	20,64	80,97
25-03-2013	21,64	1,53	21,51	82,51
26-03-2013	26,53	2,08	31,22	83,84
27-03-2013	19,25	0,88	14,95	82,35
28-03-2013	19,19	1,97	33,97	80,99

Graphique 2 - Unité 1875

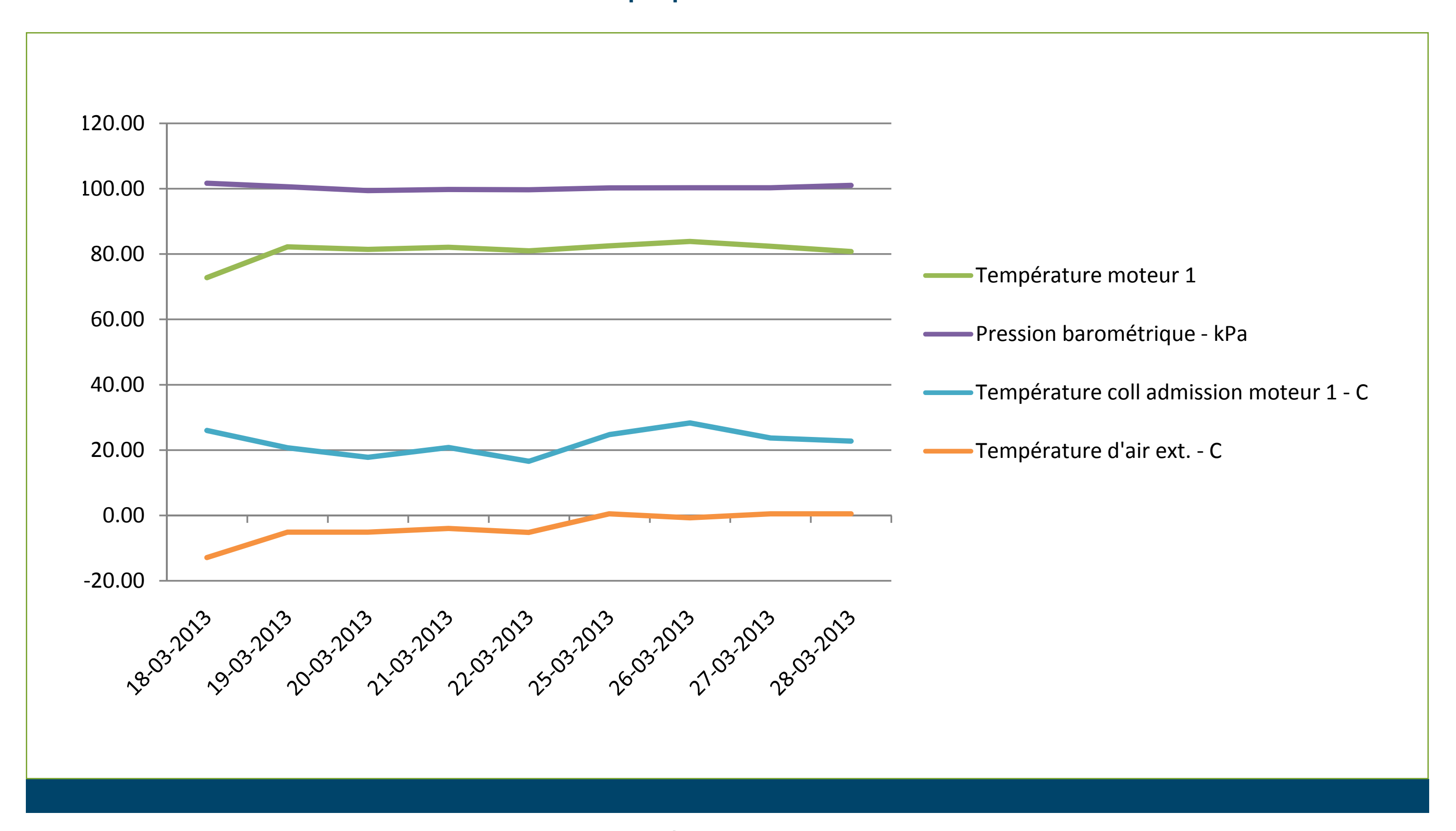


Dans la troisième série de paramètres, la température du moteur, la pression barométrique et la température du collecteur d'admission sont mises en corrélation avec la température ambiante extérieure. Une fois encore, le moteur a été en mesure de maintenir les températures du liquide de refroidissement et l'efficacité opérationnelle pendant toute l'utilisation du véhicule en conditions de service normales.

Tableau 3 - Unité 1875

Date	Température moteur 1	Pression barométrique	Température coll admission moteur 1	Température ambiante extérieure
	PGN 65262/SPN 110	PGN 65269/SPN 108	PGN 65270/SPN 105	PGN 65276/SPN 169
Moyenne pour :	C	kPa	C	C
18-03-2013	72,79	101,70	25,97	-12,9
19-03-2013	82,21	100,61	20,68	-5,1
20-03-2013	81,42	99,43	17,78	-5,1
21-03-2013	82,05	99,79	20,75	-4,0
22-03-2013	80,97	99,69	16,55	-5,2
25-03-2013	82,51	100,27	24,71	0,5
26-03-2013	83,84	100,31	28,30	-0,7
27-03-2013	82,35	100,30	23,70	0,5
28-03-2013	80,77	101,05	22,75	0,5

Graphique 3 - Unité 1875



Une vaste sélection de données a été insérée dans le tableau et le graphique ci-dessous. Les deux figures suivantes illustrent encore l'efficacité thermique du moteur à GNC dans cette configuration de véhicule spécifique. Le moteur fonctionne de manière stable dans les limites spécifiées pour les niveaux de température du liquide de refroidissement, et ne présente aucun problème de fiabilité pendant le délai consacré à la collecte des données.

Tableau 4 - Unité 1875

Date	Vitesse	Pédale d'accélérateur -Position 1	Charge moteur à la vitesse actuelle	Couple moteur réel	Régime moteur	Température moteur 1	Température coll admission moteur 1	Température ambiante extérieure
			PGN 61443/ SPN 92	PGN 61444/ SPN 513	PGN61444/ SPN 190	PGN 65262/ SPN 110	PGN 65270/ SPN 105	PGN 65276/ SPN 169
Moyenne pour :	km/h	Pourcentage	Pourcentage	Pourcentage	Tr/min x10	C	C	C
18-03-2013	3,10	7,79	29,42	20,57	88,59	72,79	25,97	-12,9
19-03-2013	21,51	27,77	40,58	33,10	115,90	82,21	20,68	-5,1
20-03-2013	19,48	27,38	39,81	33,32	114,20	81,42	17,78	-5,1
21-03-2013	22,62	29,78	42,11	35,26	118,42	82,05	20,75	-4,0
22-03-2013	16,40	25,00	38,85	30,48	110,19	80,97	16,55	-5,2
25-03-2013	21,64	29,45	39,50	31,96	118,61	82,51	24,71	0,5
26-03-2013	26,53	34,19	41,16	34,47	124,45	83,84	28,30	-0,7
27-03-2013	19,25	28,06	39,89	33,26	117,71	82,35	23,70	0,5
28-03-2013	22,18	30,90	41,32	33,21	116,47	80,77	22,75	0,5

Le dernier graphique fournit une bonne idée de la stabilité des capacités de fonctionnement du moteur à GNC et sa stabilité lorsque l'on compare tous les niveaux de paramètres qui ont été mesurés et enregistrés.

Graphique 4 - Unité 1875

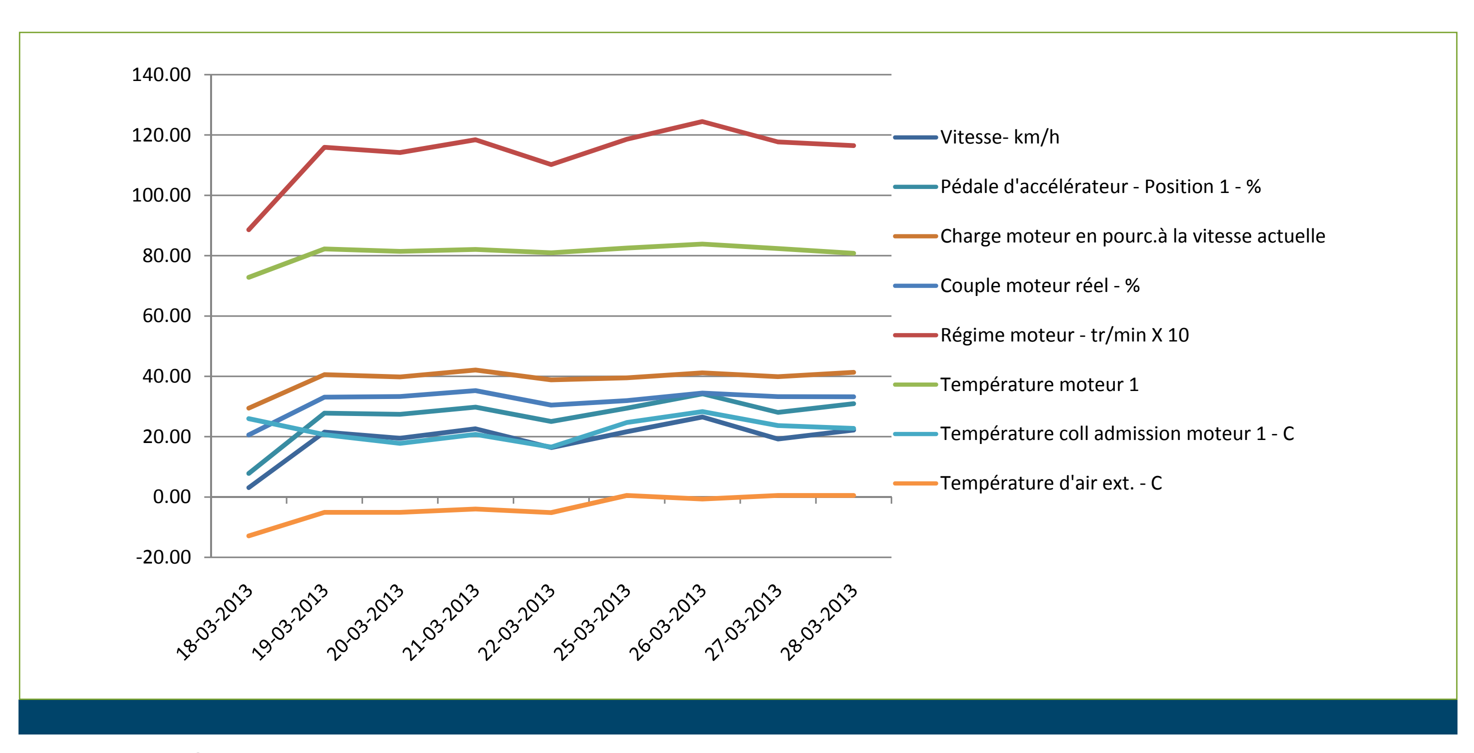


Tableau 5 – Données générales pour l'unité 1875

Date	Vitesse	Source alim OttoView	Durée du voyage	Durée du voyage	Distance du voyage	Pédale d'accélé-ratur - Position 1	Charge moteur à la vitesse actuelle	Couple moteur réel	Régime moteur	Température moteur 1	Pression barométrique	Température coll admission moteur 1	Température d'air ext.
							PGN 61443/ SPN 92	PGN 61444/ SPN 513	PGN61444/ SPN 190	PGN 65262/ SPN 110	PGN 65269/ SPN 108	PGN 65270/ SPN 105	PGN 65276/ SPN 169
Moyenne pour :	km/h	DC Volts	HH:MM:SS	Heures	km	Pourcentage	Pourcentage	Pourcentage	TR/min x10	C	kPa	C	C
18-03-2013	3,10	13,65	0:00:59	0,02	0,06	7,79	29,42	20,57	88,59	72,79	101,70	25,97	-12,9
19-03-2013	21,51	13,66	5:26:14	5,44	102,78	27,77	40,58	33,10	115,90	82,21	100,61	20,68	-5,1
20-03-2013	19,48	13,76	2:42:39	2,71	40,23	27,38	39,81	33,32	114,20	81,42	99,43	17,78	-5,1
21-03-2013	22,62	13,86	3:09:01	3,15	67,91	29,78	42,11	35,26	118,42	82,05	99,79	20,75	-4,0
22-03-2013	16,40	13,86	1:17:06	1,28	20,64	25,00	38,85	30,48	110,19	80,97	99,69	16,55	-5,2
25-03-2013	21,64	13,93	1:32:03	1,53	21,51	29,45	39,5	31,96	118,61	82,51	100,27	24,71	0,5
26-03-2013	26,53	13,92	2:04:35	2,08	31,22	34,19	41,16	34,47	124,45	83,84	100,31	28,30	-0,7
27-03-2013	19,25	13,93	0:52:37	0,88	14,95	28,06	39,89	33,26	117,71	82,35	100,30	23,70	0,5
28-03-2013	22,18	13,90	0:40:23	0,67	6,44	30,90	41,32	33,21	116,47	80,77	101,05	22,75	0,5
Moyenne glob	**19,19**	**13,83**	**1:58:24**	**1,97**	**33,97**	**26,70**	**39,18**	**31,74**	**113,84**	**80,99**	**100,35**	**22,35**	**-3,50**

Graphique 5 - Données générales pour l'unité 18755

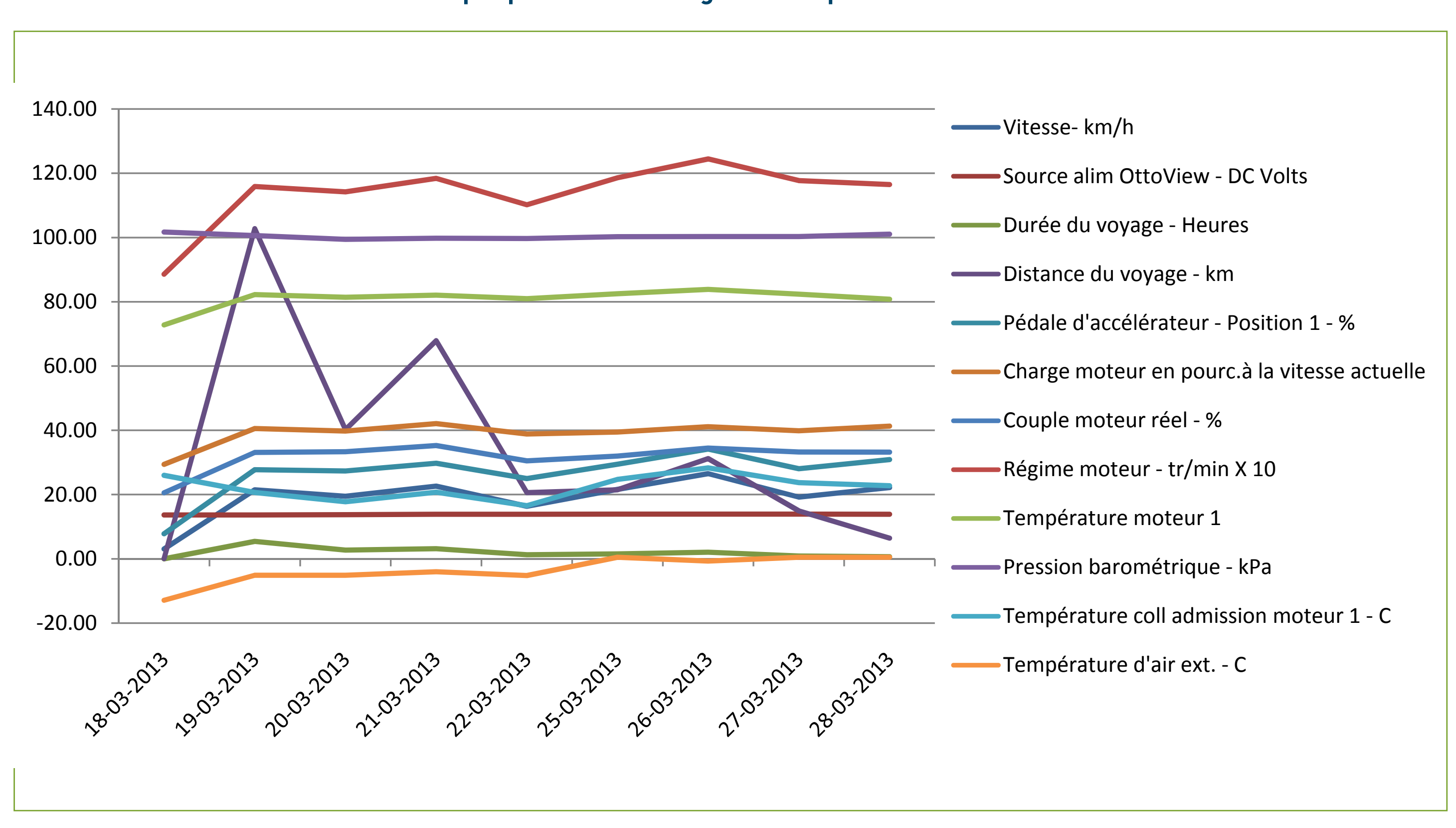


Tableau 6 – Moyenne générale pour l'unité 1875

Date	Durée totale	Durée totale du ralenti	Distance totale
	HH:MM:SS	HH:MM:SS	km
12/03/2013	0:07:53	0:04:26	0,40
13/03/2013	19:35:03	7:16:44	444,4
18/03/2013	11:00:48	5:21:43	239,1
19/03/2013	6:33:18	3:07:34	109,5
20/03/2013	1:43:37	0:27:00	52,2
21/03/2013	10:13:46	4:48:11	216,7
22/03/2013	6:09:07	2:33:51	154,9
25/03/2013	9:07:44	4:26:11	204,4
26/03/2013	9:53:42	4:33:55	224,2
27/03/2013	8:03:42	3:23:15	159,7
28/03/2013	6:03:49	2:58:19	137,7
Total	**88:32:29**	**39:01:09**	**1943,20**

Les données présentées plus haut concernent les unités portant les numéros 1875 et 1140. Les données de cette deuxième unité ont été insérées dans l'appendice IV du présent rapport afin d'éviter tout risque de confusion, étant donné que les paramètres recueillis dans les deux cas sont ressemblants.

14.0 CAMIONS À ORDURES À GNC EMTERRA

PARC DE EMTERRA

Le groupe Emterra a commencé à ramasser des ordures à Winnipeg le 1er octobre 2012 avec un parc de 58 camions à GNC Crane Carrier Company (CCC), qui présentent une combinaison de carrosseries Heil à chargement par l'arrière et par le côté. Il s'agit à présent du plus grand parc de camions à GNC de dernière génération au monde en service dans des conditions de temps froid.

Winnipeg est réputé pour connaître des conditions hivernales très difficiles entre décembre et mars, avec des conditions arctiques certains jours et des températures négatives atteignant des records.



Figure 21 – Parc de camions à ordures à GNC Emterra

Températures 2012 Températures moyennes – Winnipeg

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
Moyenne haute	-12,7	-8,5	-1,1	10,3	19,2	23,3	25,8	25	18,6	10,8	-0,9	-9,7
Moyenne basse	-22,8	-18,7	-11	-2,4	4,8	10,7	13,3	11,9	6	-0,3	-9,6	-19,1
Moyenne	**-17,8**	**-13,6**	**-6,1**	**4**	**12**	**17**	**19,5**	**18,5**	**12,3**	**5,3**	**-5,3**	**-14,4**

2012 Moyenne des précipitations – Winnipeg

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
Précipitations mensuelles (mm)	0	3	7	22	58	90	71	75	52	31	6	2
	Moyenne annuelle : 415											
Chutes de neige mensuelles (cm)	23	14	16	10	1	0	0	0	0	5	21	20
	Moyenne annuelle : 110											
Précipitations mensuelles (mm)	**20**	**15**	**21**	**32**	**59**	**90**	**71**	**75**	**52**	**36**	**25**	**18**

CONFIGURATIONS DES VÉHICULES EMTERRA

Les camions Emterra sont équipés d'un moteur ISL G Cummins Westport de 8,9 L. Les moteurs à GNC sont installés sur un châssis modèle LET2 CCC inclinable à emmarchement bas. Le châssis est pourvu d'une carrosserie de ramassage par l'arrière Heil Durapak ou d'une carrosserie automatisée à chargement latéral Heil Rapid Rail.

La carrosserie constitue la plate-forme nécessaire au système de stockage multi-réservoirs GNC monté sur le dessus, lequel fait augmenter la hauteur du véhicule, mais elle ne nécessite pas l'utilisation d'un cadre plus long, comme c'est le cas avec un système de réservoirs GNC placé à l'arrière de la cabine.



Figure 22 – Camion à ordures à emmarchement bas Emterra



Figure 23 – Filtre à carburant sur le camion Emterra

Le filtre à carburant est situé dans un emplacement pratique permettant de vidanger l'huile de compresseur; par contre, il est exposé aux conditions extérieures. Un filtre secondaire est logé sous le système d'échappement.



Figure 24 – Filtre secondaire sur le camion Emterra



Figure 25 – Système de refroidissement du radiateur situé derrière la cabine

Ce type de châssis incorpore également un système de refroidissement du radiateur situé derrière la cabine occupant une surface de 1 200 po2 et caractérisé par un concept à triple cœur. Un ventilateur à entraînement hydraulique offre un refroidissement supplémentaire si nécessaire.

Les véhicules Emterra sont dotés d'un système de filtration à air sec standard muni d'une prise d'air dynamique qui se prolonge au-dessus du côté arrière gauche de la cabine.



Figure 26 – Prise d'air

STATION DE RAVITAILLEMENT EMTERRA

Le ravitaillement du camion est effectué au moyen d'un raccord de ravitaillement monté sur le pare-chocs conforme aux normes ANSI NGV 3.1. La station de ravitaillement utilisée pour ravitailler les camions consiste en un système à remplissage minuté qui peut également effectuer des remplissages rapides au besoin.



Figure 27 – Poste de remplissage avec manomètre



Figure 28 – Camion au poste de remplissage minuté

Les besoins en ravitaillement du parc sont satisfaits au moyen d'une station de ravitaillement à GNC à énergie propre. La station met en œuvre un compresseur à plusieurs étages qui possède la capacité maximale pour fonctionner à 1 000 3,9 pi³/min standard. La pression d'entrée maximale de ce système est 25 lb/po2, mais les conditions de fonctionnement normales à cette station sont à une pression manométrique constante de 20 lb/po2. La station du compresseur est également équipée d'un dispositif de séchage à aspiration latérale élevée conçu pour s'assurer que le carburant acheminé est asséché avant d'être utilisé par les véhicules à GNC.



Figure 29 – Enceinte de la station du compresseur



Figure 30 – Équipements logés à l'intérieur de l'enceinte

EXPÉRIENCE D'EXPLOITATION PAR TEMPS FROID EN CONDITIONS ARCTIQUES

Au départ, le parc s'est comportée conformément aux attentes. Par contre, avec l'arrivée des températures plus basses des mois de janvier et février – les températures ambiantes ont atteint entre -25 et -35 °C, et certains jours elles ont atteint des valeurs arctiques de -32 °C ou moins – un certain nombre de problèmes liés à la température sont survenus et bon nombre de camions n'ont pas été en mesure de fonctionner selon leur cycle de service prévu.

Sur les camions Emterra, le système de refroidissement du radiateur est installé derrière la cabine; il n'est donc pas monté à l'intérieur du compartiment moteur, où il serait exposé à l'accumulation de chaleur engendrée par le fonctionnement du moteur. Il s'avère que les températures arctiques subies n'ont pas permis au liquide de refroidissement du moteur d'atteindre les températures d'utilisation requises avec ce concept de véhicule en l'absence de dispositifs d'hivérisation en conditions hivernales. Les problèmes tels que l'accumulation de glace dans l'admission d'air sont survenus, car le moteur fonctionnait en-dessous de sa température de conception, soit environ 80 °C et, car il n'a pas été possible de maintenir la température de l'air d'admission au-dessus de 0 °C.

Il est important de préciser que ces problèmes n'étaient pas liés au fait que les véhicules ont été conçus pour fonctionner au gaz naturel. Ils étaient liés à la conception du véhicule et à la nécessiter d'ajouter des dispositifs d'hivérisation pour permettre au véhicule de fonctionner de manière satisfaisante dans un environnement de froid extrême. Cela vaudrait pour un moteur à essence, un moteur diesel ou un moteur au gaz naturel. Certains concepts de véhicule, naturellement, se prêtent plus facilement à l'installation de dispositifs d'hivérisation, et leur utilisation devrait être envisagée dans les environnements de froid arctique extrême.

Le seul problème impliquant le gaz naturel et lié à l'exploitation en conditions de temps froid a été causé par le gel des filtres à carburant. On ne sait pas précisément si le problème découle du gel de l'huile de compresseur ou de l'infiltration d'humidité ayant engendré une formation de glace dans les filtres. Le fait d'installer les filtres à carburant à l'intérieur du compartiment moteur réduirait les probabilités qu'un tel scénario se reproduise ou apporterait un réchauffage auxiliaire aux filtres. Il est possible que la contamination du filtre puisse découler de l'humidité accumulée lors du ravitaillement des véhicules à des stations autres que la station de GNC de Emterra lors du transport entre l'usine de fabrication de camions d'Alabama et Winnipeg, au moment de la livraison des véhicules.

Il importe d'admettre que l'eau constitue un contaminant potentiel pour le carburant automobile GNC et qu'elle ne devrait pas être présente dans des proportions pouvant perturber la bonne marche du véhicule. Le carburant GNC doit être très sec, et plus la température ambiante est basse, plus le gaz doit être sec. Il est important que le point de rosée du carburant soit inférieur à la température ambiante la plus basse dans laquelle le véhicule est utilisé. Le point de rosée du carburant peut être convenable à -20 °C par exemple, avec une humidité relative inférieure à 100 %, mais lorsque la température atteint -30 °C et moins, le point de rosée du carburant peut être atteint à une humidité relative de 100 %, ce qui entraîne de la condensation qui gèlera dans les filtres à carburant.

Il faut également admettre que le point de rosée d'un gaz augmente à mesure que sa pression augmente. Ainsi, même si le point de rosée est bas lorsque le gaz est acheminé au compresseur, il sera considérablement plus élevé lorsque le gaz quittera le compresseur pour entrer dans le véhicule. Le rendement de l'installation de séchage joue donc un rôle critique pour réduire au minimum la contamination de l'eau et garantir le bon fonctionnement des véhicules au GNC par temps très froid.

Il est également possible d'installer un moniteur de point de rosée de précision affichant des valeurs en degrés Celsius ou en Fahrenheit sur le panneau de commande du dispositif de séchage. Le capteur d'humidité est installé à la sortie du dispositif de séchage de manière à contrôler en permanence le point de rosée. Deux valeurs de consignes d'hygromètre peuvent être réglées en usine; la première doit indiquer la dégradation du point de rosée, et la seconde doit indiquer lorsqu'il est nécessaire de régénérer le dispositif de séchage.

Lorsqu'un tel moniteur est installé et que le point de rosée du gaz est contrôlé, les filtres à carburant et les autres composants ne devraient jamais geler. Ce type d'installation devrait être considéré comme étant critique aux stations de ravitaillement lorsque les véhicules sont exposés à des conditions météorologiques arctiques.

15.0 CONCLUSIONS

- Pour garantir le fonctionnement satisfaisant d'un véhicule par temps froid, et plus particulièrement en conditions hivernales et arctiques, le véhicule en question doit être hivérisé conformément aux recommandations du fabricant du moteur au moyen de dispositifs spécifiques. Plus les températures d'exploitation baissent, plus le nombre de dispositifs d'hivérisation, de modifications touchant les véhicules, de tâches de préparation des véhicules, de pratiques d'utilisation et de procédures de maintenance spécifiques augmente. Ces interventions sont exigées quel que soit le carburant utilisé.

- Le parc de camions à GNC du groupe EBI a pu être utilisé dans de bonnes conditions avec un minimum de dispositifs de réchauffage du liquide de refroidissement et du carter jusqu'à -20 °C. Au cours des deux années d'exploitation, peu de problèmes liés au temps froid ont été signalés. Le pourcentage d'utilisation du parc a été élevé et les temps d'immobilisation ont été minimes. Les données de fonctionnement des véhicules collectées par les enregistreurs de données installés à bord de deux camions montrent que le moteur a fonctionné de manière stable dans les limites spécifiées pour les niveaux de température du liquide de refroidissement et n'a présenté aucun problème de fiabilité pendant le délai consacré à la collecte des données.

- Les problèmes les plus courants qui ont une incidence sur les performances des véhicules à GNC par temps froid sont la qualité du carburant et les contaminants. Le niveau d'humidité, les hydrocarbures lourds et la teneur en soufre du carburant peuvent engendrer des problèmes. De même, la contamination découlant de la circulation de l'huile de compresseur peut constituer un inconvénient. La teneur en eau à l'origine du gel des filtres à carburant et des régulateurs constitue l'un des problèmes les plus courants des parcs exploitant des véhicules à GNC dans des conditions de climat froid. Plus les températures ambiantes baissent, plus le gaz naturel doit être sec. Les performances de l'installation de séchage à la station du compresseur sont donc critiques si l'on veut assurer le bon fonctionnement des véhicules à GNC par temps froid.

- Le parc de camions à ordures à GNC Emterra de Winnipeg a passé son premier hiver en 2012-2013 et a connu de nombreux problèmes d'exploitation, la plupart étant liés à la conception de base du véhicule, qui est vulnérable aux conditions météorologiques arctiques, et à la nécessité de prévoir de nombreux dispositifs d'hivérisation et modifications pour permettre aux véhicules d'atteindre des températures de fonctionnement du moteur normales. L'incidence du gel des filtres à carburant et régulateurs est liée à la nécessité d'augmenter le débit du liquide de refroidissement acheminé vers le régulateur, et probablement aussi au point de rosée du carburant qui atteint un état critique équivalent à la température ambiante, entraînant de la condensation, laquelle gèle dans les filtres de carburant.

- Il est possible d'installer des enregistreurs de point de rosée à la sortie des stations de compresseur. Ces appareils sont conçus pour déterminer le moment où le point de rosée atteint un état critique du fait de la teneur en eau et de la température ambiante, et pour signaler la nécessité d'entretenir l'installation de séchage à la station, notamment lorsque la température atteint des conditions arctiques. Le recours à un tel dispositif de contrôle semblerait particulièrement adapté pour le ravitaillement des véhicules à GNC exposés au temps froid, et plus particulièrement à des conditions arctiques extrêmes.

APPENDICE I

DESCRIPTION DE L'ENREGISTREUR DE DONNÉES OTTOVIEW-CVS42

Le système OttoView-CVS42 est un enregistreur de données autonome prévu pour des applications automobiles commerciales, telles que le OttoFleet Management System (système de gestion OttoFleet), et pour des projets de recherche nécessitant le recours à un journal de bord détaillé. OttoView-CVS42 collecte, archive et transmet des données sur le véhicule et le comportement au volant. Il fournit également au conducteur des rétroactions audibles et visuelles concernant leur conduite, ainsi que bon nombre de paramètres de performance du véhicule, tels que la consommation de carburant et les émissions de CO2. La nature perfectionnée de la fonction d'enregistrement de données combinée aux rétroactions destinées au conducteur est le fruit de plusieurs années de recherche dans le domaine du traitement embarqué des données, du développement de produits basés sur le GPS et du déploiement de projets fondés sur la recherche.

Le système comprend un écran tactile intégré, un dispositif de communications OBDII, un module GPS et un système de topologie interne, qui complètent la fonction de surveillance de la conduite Otto-driving companion® au moyen d'information PSL de carte de rayonnement municipal, ainsi qu'une radio cellulaire intégrée pour la transmission des rapports de voyage par radio. Le lot standard comprend ce qui suit :

- Un dispositif OttoView™-CVS42
- Un câble avec prise SAEJ1962M et connecteur RJ45 8P8C
- Une carte mémoire SD (2 Gbits)
- Un support en double T à plaque d'appui (compatible avec le support Arkon – www.arkon.com)
- Une application CVS pour la configuration du dispositif et la gestion des données

Le dispositif peut se connecter aux véhicules de 1996 et aux véhicules plus récents, tel que le précise la norme technique élaborée par la Society of Automotive Engineering (SAE), ce au moyen d'un câble standard SAEJ1962 OBDII. Le dispositif est installé sous la console-tableau de bord du véhicule à moins d'un mètre du DLC.



OttoView-CV242

L'appareil est entièrement alimenté par l'intermédiaire du connecteur OBDII du véhicule et fonctionne sur une plage de tensions comprise entre +9 V c.c. et +12 V c.c. L'appareil s'éteint (mode veille) environ 60 secondes après l'arrêt du véhicule, n'imposant ainsi aucune charge à la batterie, ni au système électrique du véhicule. L'appareil interroge l'ECM afin de recueillir les données, mais ne modifie, ni ne change les paramètres du véhicule.

SOURCE:

http://www.persentech.com/index.php/our-products-and-services/ottoview-product-family/111-ottoview-cvs42

POUR DE PLUS AMPLES INFORMATIONS :

www.persentech.com

APPENDICE II
EXPLOITATION PAR TEMPS FROID

MOTEUR AU GAZ NATUREL ISL G CUMMINS WESTPORT – DÉCEMBRE 2012

Intervalles de maintenance des moteurs ISL G - Camions à ordures

Refuse Truck	Hours	Miles	Kilometers	Months
Check CAC cooler, piping and Air Cleaner	250	3,000	5,000	3
Oil & Filter*	500	6,000	10,000	6
Coolant Filter**	None[1]	None[1]	None[1]	None[1]
Spin-on Fuel Filter	1,000	12,000	20,000	12
Spark Plugs	1,500	18,000	30,000	18
Standard Coolant	2,000	24,000	40,000	24
Overhead Adjustment***	2,000	24,000	40,000	24
Air Cleaner/Element	Follow vehicle manufacturers published recommendations			

Réglage initial aux 1 000 heures 12 000 milles 12 mois

- Les intervalles de distance augmentent ou diminuent selon les vitesses moyennes.
- L'intervalle entre anomalie correspond aux heures indiquées. Effectuer la maintenance selon les heures, la distance ou les mois indiqués, la première occurrence étant prioritaire.
- Se reporter au manuel d'utilisation pour avoir de plus amples informations sur les intervalles de maintenance.

[1] Si le moteur est équipé d'un filtre de liquide de refroidissement optionnel, ce filtre devra être remplacé aux mêmes intervalles que le filtre à huile. Que le moteur soit ou non équipé d'un filtre de liquide de refroidissement, les niveaux d'additifs de liquides de refroidissement supplémentaires SCA/DCA doivent être vérifiés en tenant compte des intervalles indiqués dans le manuel d'utilisation.

*** Selon un cycle de service normal/basé sur une vitesse moyenne de 12 mi/h.**
**** Ne pas changer le filtre si le SCA est supérieur à 3.**
***** Réglage initial aux 1 000 heures.**



MOTEUR AU GAZ NATUREL ISL G CUMMINS WESTPORT

Maintenance quotidienne ISLG

- Procédures de maintenance quotidiennes (1)
  - Tube d'admission d'air - Vérifier
  - Tube de reniflard - Vérifier
  - **Niveau du liquide de refroidissement - Vérifier**
  - Ventilateur de refroidissement – Vérifier
  - **Filtre à carburant (amovible) – Vidanger (2)**
  - Niveau de l'huile de lubrification - Vérifier
  - Durite de radiateur - Vérifier
  - Test de réponse du moteur - Effectuer



Exploitation par temps froid

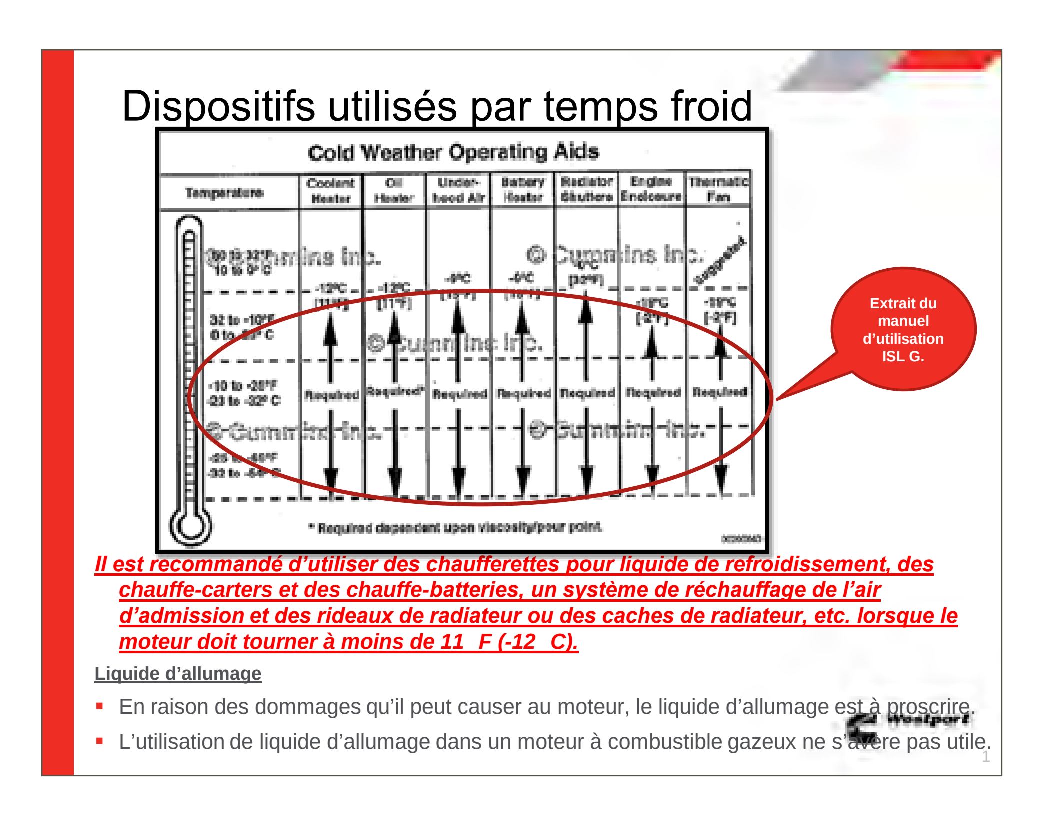
- Il est possible de faire fonctionner des moteurs par temps très froid s'ils sont convenablement préparés et entretenus. Les procédures de préparation/d'utilisation par temps froid des moteurs au GN Cummins Westport sont identiques à celles applicables aux moteurs diesel (chauffe-bloc, chaufferette pour liquide de refroidissement, chauffe-batterie, rideaux de radiateur, etc.).
- Il est impératif d'utiliser un liquide de refroidissement, une huile de lubrification et des carburants pour moteur adaptés aux conditions de temps froid auquel le moteur est utilisé:
- **Température ambiante 0 à -32 °C (32 à -25 °F)**
  - Utiliser 50 % d'antigel à base d'éthylène glycol et 50 % d'eau pour le mélange du liquide de refroidissement.
- **Température -32 à -54 °C (-25 à -65 °F)**
  - Utiliser 60 % d'antigel à base d'éthylène glycol et 40 % d'eau pour le mélange du liquide de refroidissement.
- *Se reporter à la Section V (Recommandations concernant l'huile de lubrification) du manuel du véhicule pour connaître les spécifications applicables.*
- La température du collecteur d'admission du moteur doit être maintenue au-dessus d'un minimum de 32 F (0 C), et la température du liquide de refroidissement doit être supérieure à 140 F (60 C) dans le boîtier de thermostat, au ralenti.

Westport

3

APPENDICE II (suite)
EXPLOITATION PAR TEMPS FROID

MOTEUR AU GAZ NATUREL ISL G CUMMINS WESTPORT



Conseils à suivre par temps froid

- Le régulateur de pression du système d'alimentation en gaz naturel est protégé contre le gel grâce à un approvisionnement en liquide de refroidissement moteur chaud.
  - **Par temps froid, il est important de laisser le moteur chauffer jusqu'à sa température d'utilisation avant de le soumettre à des charges, ce afin d'empêcher le gel possible du circuit d'alimentation en carburant et d'autres anomalies d'arrêt moteur éventuelles (pression d'huile basse par exemple).**
- En cas de démarrage par temps froid, il est également important de réduire au minimum la charge parasite imposée au moteur au démarrage en désactivant les accessoires de prise de force, comme les pompes hydrauliques, etc.
- Pour garantir le bon fonctionnement du moteur, il importe de maintenir la température du collecteur d'admission moteur au-dessus de 32 F (0 C), et la température du liquide de refroidissement au-dessus de 140 F (60 C) dans le boîtier du thermostat au ralenti.

Westport

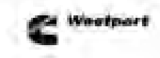
5

APPENDICE II (suite)
EXPLOITATION PAR TEMPS FROID

MOTEUR AU GAZ NATUREL ISL G CUMMINS WESTPORT

Filtre à carburant (amovible) - Purge

- Couper le moteur. Ouvrir le robinet de vidange à la main. Tourner le robinet **dans le sens anti-horaire** entre 1 tour et demi et 2 tours jusqu'à ce que la purge commence.
- Purger l'huile du filtre.
- Au moment de fermer le robinet, ne **pas** trop serrer ce dernier. Un serrage excessif peut endommager les filets. Tourner le robinet **dans le sens horaire** pour le fermer.
    - **Pas plus d'une once d'huile dans le filtre.**



Conseils à suivre par temps froid

- Il est important d'avoir un combustible sec pour les opérations par temps froid.
- **L'eau/l'huile piégées dans le filtre à carburant peuvent geler et altérer les performances du moteur.**
- Les stations de remplissage en GNC devraient comporter un dispositif de séchage conçu pour évacuer l'humidité du gaz naturel.
- Si le contrôle quotidien du filtre indique la présence de plus d'une once d'eau ou d'huile dans le filtre, contacter le fournisseur de la station de remplissage.



7

APPENDICE III

EXEMPLE DE RAPPORT DE VOYAGE QUOTIDIEN EBI

03/01/2013 08:24 FAX 450 836 7913 Atelier mecanique EBI 0002/0005

1875

Projet EBI

Relevé quotidien

Nom: 3. BG 1551?? N° d'unité 1875 Date : 27.02.2013

1. Enreg. les heures d'exploitation : Départ 6,30 Arrivée 7,50
2. Odomètre : Départ 12182 Arrivée 12361
3. Température de l'air ambiant : -2 C
4. Pression d'essence : Départ 3.400 Arrivée 1.400
5. État au départ : Branché ✓ Démarrage à froid ____
6. Niveau d'huile : Acceptable ✓ Bas ____ Quantité ajoutée ____ L
7. Niveau liquide de refroidissement : Acceptable ✓ Bas ____ Quantité ajoutée ____ L
8. Pression d'hile au démarrage : 70 psi/kPa
9. Indicateur de dépression du filtre à air : Acceptable ✓ Réparation nécessaire ____
10. Pannes moteur : Actif ✓ Inactif ____
11. Utilisation de garniture hivernale : Non ✓ Oui ____ fermé à ____ %
12. Durée de marche : 0 à 2 h ____ 2 à 4 h ____ 4 à 6 h ____ 8 à 10 h ✓
13. Pannes liées au moteur : ____
14. Pannes non liées au moteur : ____
15. Préoccupations/commentaires de l'utilisateur : ____

APPENDICE III (suite)

EXEMPLE DE RAPPORT DE VOYAGE QUOTIDIEN EBI

ebi environnement

Évaluation de la qualité de la ronde de sécurité

1139 Conducteur : D. Savoie Date : 07-03-013 Heure : 5h35

Le conducteur a vérifié :

	Oui	Non
Frein de service	☑	☐
Frein de stationnement	☑	☐
Direction	☑	☐
Klaxon	☐	☑
Essuie-glaces (lave-glace)	☑	☐
Rétroviseurs	☑	☐
Matériel de secours	☑	☐
Niveau de l'extincteur	☑	☐
Éclairage et signalisation	☑	☐
Fuite des liquides	☑	☐
Fuite sous le véhicule	☑	☐
Valve hydraulique	☑	☐
Niveau d'huile servodirection	☑	☐
Visuel niveau de carburant	☑	☐
Bouton d'urgence pour pompe	☑	☐
Niveau d'huile (HUB de roue)	☑	☐
Niveau d'huile	☑	☐
Niveau d'antigel	☑	☐
Niveau d'huile hydraulique	☑	☐
Niveau d'huile transmission	☑	☐
Pneus	☑	☐
Roues	☑	☐
Suspension	☑	☐
Cadre châssis	☑	☐
Alarme de recul	☑	☐
Courroies (jeu, usure)	☑	☐
Appareils d'arrimage	☑	☐
Pelle et Balais	☑	☐
Constat amiable	☑	☐

Le document est complété correctement Oui ☑ Non ☐

Le conducteur connaît la procédure à suivre pour effectuer la ronde de sécurité : Oui ☑ Non ☐

(Se référer au document guide de vérification avant le départ et à la politique des filiales de EBI)

Formation requise : Oui ☐ Non ☑

Mesure disciplinaire requise : Oui ☐ Non ☑

Réévaluation prévue le : Le 1139 esT Propre

Remarques : FaiT de la Bonne Façon

David Savoie
Signature du chauffeur

Jean-Marc Ouellet
Nom de la personne qui évalue la qualité de la ronde

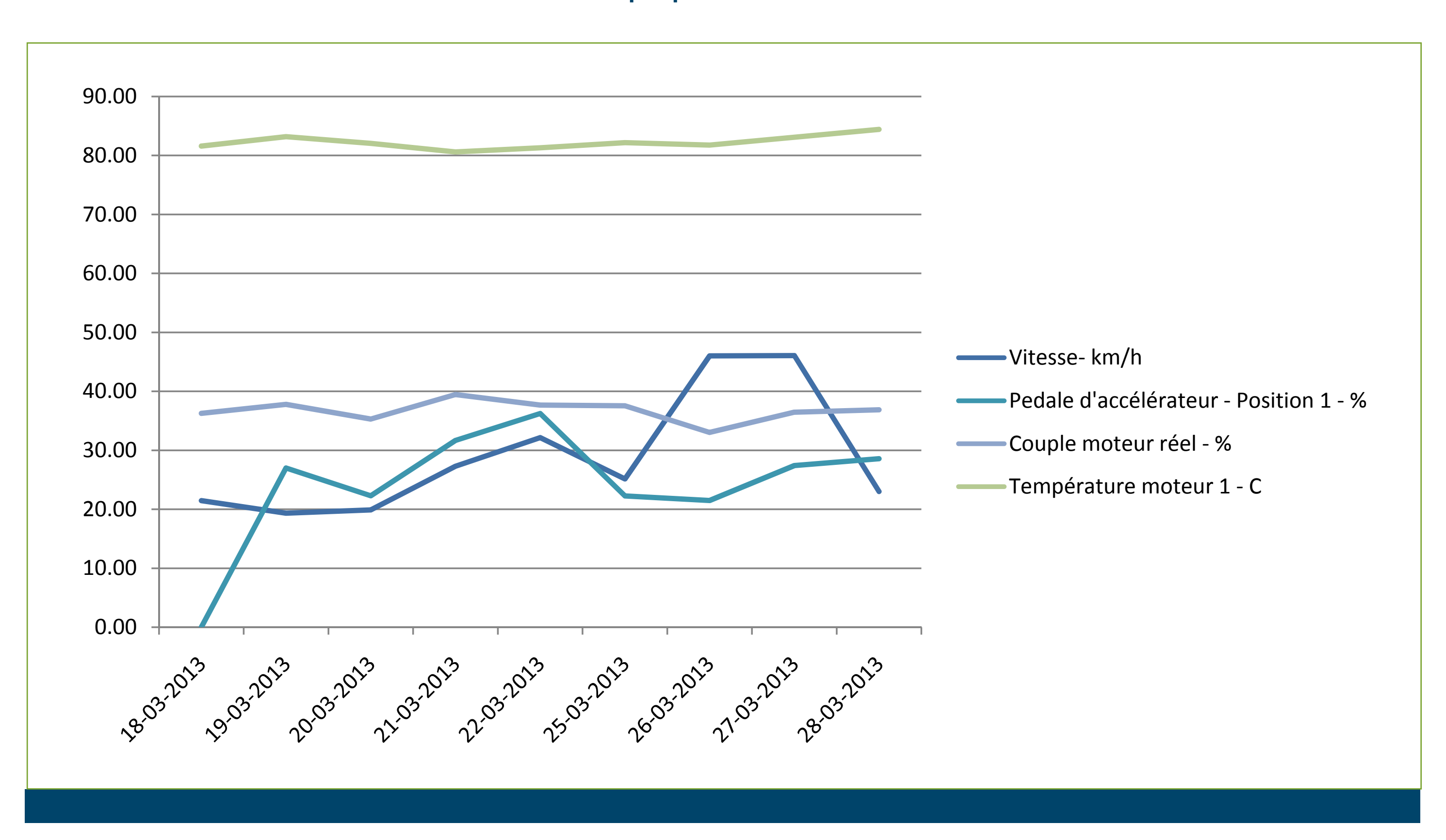
07 Mars 2013
Date

APPENDICE IV
DONNÉES PROVENANT DE L'UNITÉ 1140 DE EBI

Tableau 1 Unité 1140

Date	Vitesse	Pédale d'accélération Position 1	Couple moteur réel	Température moteur 1
			PGN 61444/SPN 513	PGN 65262/SPN 110
Moyenne pour :	**km/h**	**Pourcentage**	**Pourcentage**	**C**
18 mars 2013	21,47	0,00	36,25	81,60
19 mars 2013	19,34	27,01	37,78	83,20
20 mars 2013	19,90	22,29	35,29	82,06
21 mars 2013	27,29	31,67	39,45	80,60
22 mars 2013	32,16	36,24	37,66	81,30
25 mars 2013	25,14	22,26	37,53	82,17
26 mars 2013	46,02	21,48	33,02	81,76
27 mars 2013	46,06	27,42	36,46	83,11
28 mars 2013	23,01	28,56	36,86	84,44

Graphique 1 Unité 1140

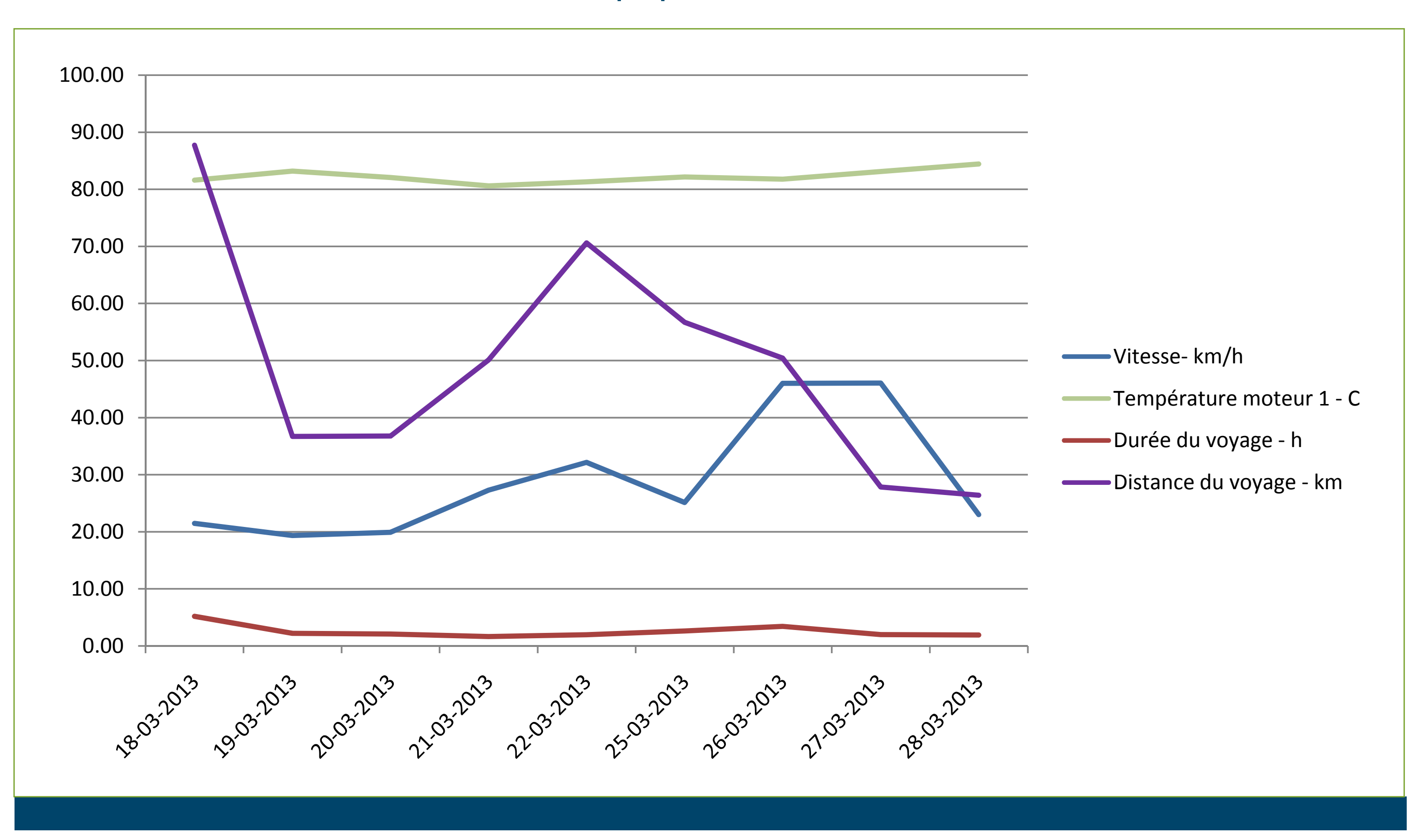


APPENDICE IV (suite)
DONNÉES PROVENANT DE L'UNITÉ 1140 DE EBI

Tableau 2 Unité 1140

Date	Vitesse	Durée du voyage	Distance	Température moteur 1
				PGN 65262/SPN 110
Moyenne pour :	km/h	Heures	Km	C
18 mars 2013	21,47	5,18	87,73	81,60
19 mars 2013	19,34	2,22	36,69	83,20
20 mars 2013	19,90	2,10	36,77	82,06
21 mars 2013	27,29	1,65	50,09	80,60
22 mars 2013	32,16	1,97	70,62	81,30
25 mars 2013	25,14	2,2	56,70	82,17
26 mars 2013	46,02	3,43	50,43	81,76
27 mars 2013	46,06	1,99	27,84	83,11
28 mars 2013	23,01	1.92	26.39	84,44

Graphique 2 Unité 1140

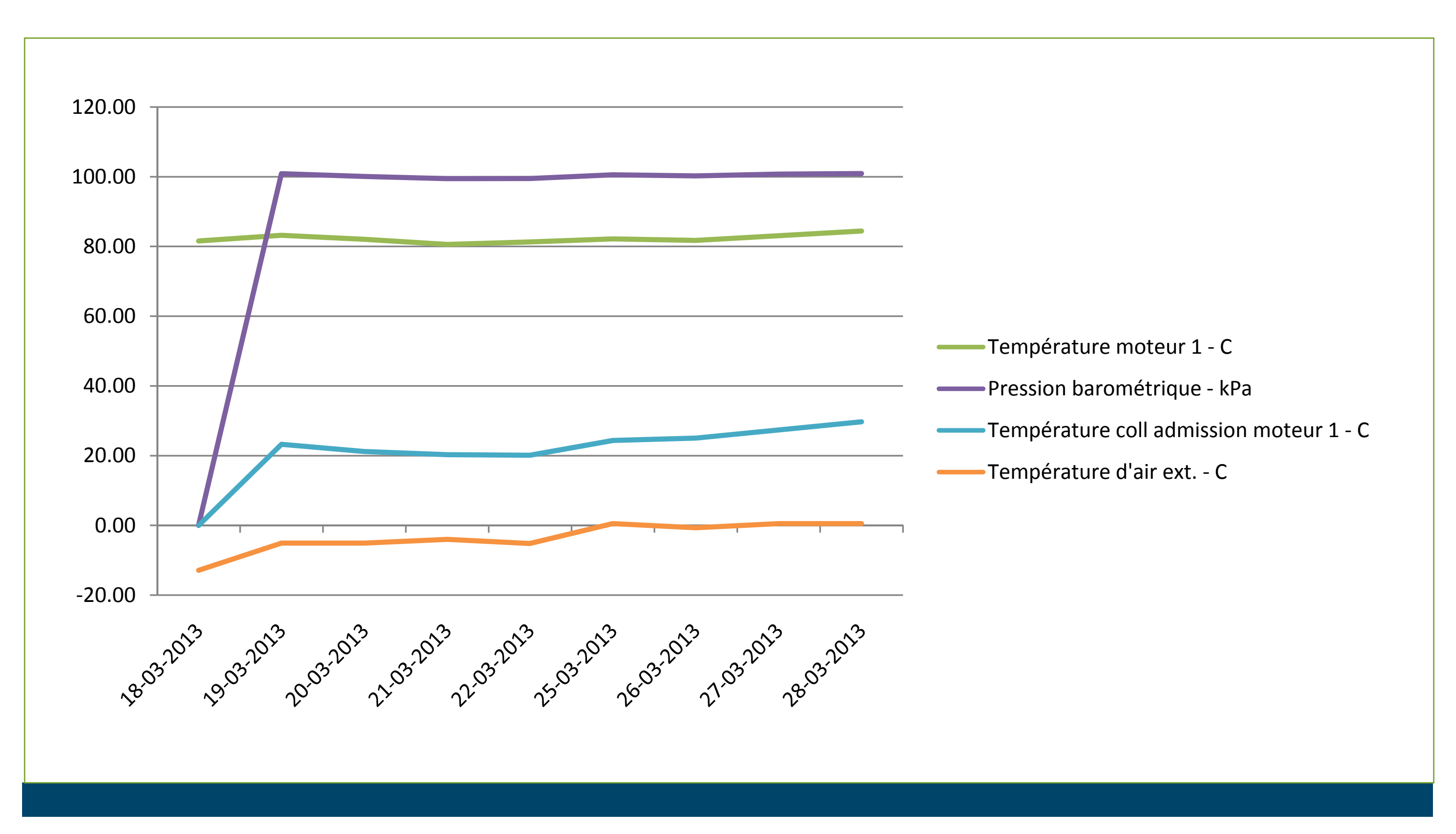


APPENDICE IV (suite)
DONNÉES PROVENANT DE L'UNITÉ 1140 DE EBI

Tableau 3 Unité 1140

Date	Température moteur 1	Pression barométrique	Température collecteur d'admission moteur 1	Température ambiante extérieure
	PGN 65262/SPN 110	PGN 65269/SPN 108	PGN 65270/SPN 105	PGN 65276/SPN 169
Moyenne pour :	C	kPa	C	C
18 mars 2013	81,60	0,00	0,00	-12,9
19 mars 2013	83,20	100,86	23,25	-5,1
20 mars 2013	82,06	100,09	21,20	-5,1
21 mars 2013	80,60	99,43	20,30	-4,0
22 mars 2013	81,30	99,48	20,13	-5,2
25 mars 2013	82,17	100,55	24,38	0,5
26 mars 2013	81,76	100,22	25,05	-0,7
27 mars 2013	83,11	100,74	27,40	0,5
28 mars 2013	84,44	100,90	29,72	0,5

Graphique 3 Unité 1140

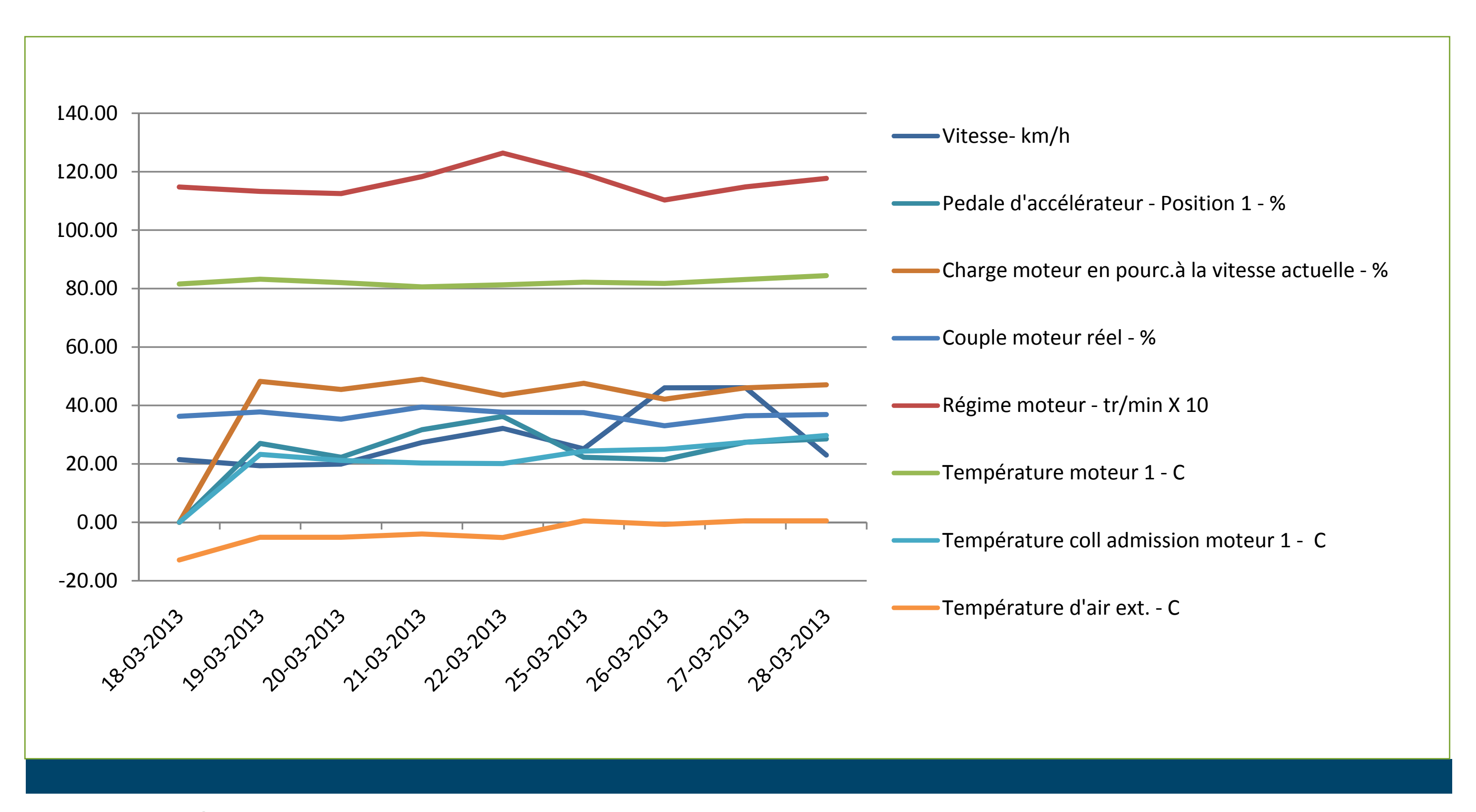


APPENDICE IV (suite)
DONNÉES PROVENANT DE L'UNITÉ 1140 DE EBI

Tableau 4 Unité 1140

Date	Vitesse	Pédale d'accélérateur -Position 1	Charge moteur à la vitesse actuelle	Couple moteur réel	Régime moteur	Température moteur 1	Température coll admission moteur 1	Température ambiante extérieure
			PGN 61443/ SPN 92	PGN 61444/ SPN 513	PGN61444/ SPN 190	PGN 65262/ SPN 110	PGN 65270/ SPN 105	PGN 65276/ SPN 169
Moyenne pour :	**km/h**	**Pourcentage**	**Pourcentage**	**Pourcentage**	**Tr/min x10**	**C**	**C**	**C**
18-03-2013	21,47	0,00	36,25	36,25	114,80	81,60	0,00	-12,9
19-03-2013	19,34	27,01	37,78	37,78	113,29	83,20	23,25	-5,1
20-03-2013	19,9	22,29	35,29	35,29	112,51	82,06	21,20	-5,1
21-03-2013	27,29	31,67	39,45	39,45	118,36	80,60	20,30	-4,0
22-03-2013	32,16	36,24	37,66	37,66	126,42	81,30	20,13	-5,2
25-03-2013	25,14	22,26	37,53	37,53	119,31	82,17	24,38	0,5
26-03-2013	46,02	21,48	33,02	33,02	110,33	81,76	25,05	-0,7
27-03-2013	46,06	27,42	36,46	36,46	114,81	83,11	27,40	0,5
28-03-2013	23,01	28,56	36,86	36,86	117,73	84,44	29,72	0,5

Graph 4 - Unit 1140

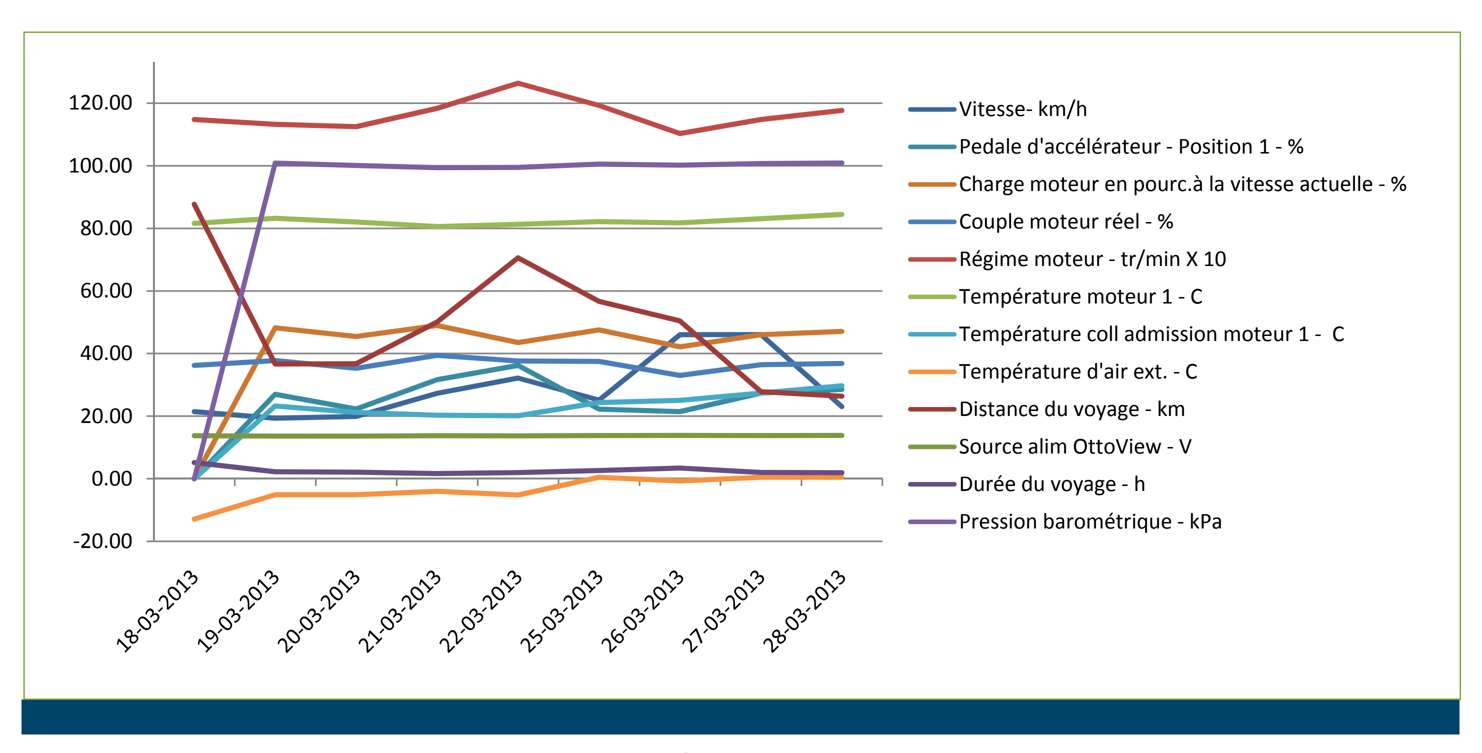


APPENDICE IV (suite)
DONNÉES PROVENANT DE L'UNITÉ 1140 DE EBI

Tableau 5 Données générales concernant l'unité 1140

Date	Vitesse	Source alim OttoView	Durée du voyage	Durée du voyage	Distance du voyage	Pédale d'accélé-ratur - Position 1	Charge moteur à la vitesse actuelle	Couple moteur réel	Régime moteur	Température moteur 1	Pression barométrique	Température coll admission moteur 1	Température d'air ext.
							PGN 61443/ SPN 92	PGN 61444/ SPN 513	PGN61444/ SPN 190	PGN 65262/ SPN 110	PGN 65269/ SPN 108	PGN 65270/ SPN 105	PGN 65276/ SPN 169
Moyenne pour :	km/h	DC Volts	HH:MM:SS	Heures	km	Pourcentage	Pourcentage	Pourcentage	TR/min x10	C	kPa	C	C
18-03-2013	21,47	13,76	5:10:35	5,18	87,73	0,00	36,25	36,25	114,80	81,60	0,00	0,00	-12,9
19-03-2013	19,34	13,61	2:13:02	2,22	36,69	27,01	37,78	37,78	113,29	83,20	100,86	23,25	-5,1
20-03-2013	19,9	13,62	2:05:54	2,10	36,77	22,29	35,29	35,29	112,51	82,06	100,09	21,20	-5,1
21-03-2013	27,29	13,77	1:39:00	1,65	50,09	31,67	39,45	39,45	118,36	80,60	99,43	20,30	-4,0
22-03-2013	32,16	13,70	1:58:23	1,97	70,62	36,24	37,66	37,66	126,42	81,30	99,48	20,13	-5,2
25-03-2013	25,14	13,81	2:37:11	2,62	56,70	22,26	37,53	37,53	119,31	82,17	100,55	24,38	0,5
26-03-2013	46,02	13,84	3:25:43	3,43	50,43	21,48	33,02	33,02	110,33	81,76	100,22	25,05	-0,7
27-03-2013	46,06	13,79	1:59:35	1,99	27,84	27,42	36,46	36,46	114,81	83,11	100,74	27,40	0,5
28-03-2013	23,01	13,86	1:54:58	1,92	26,39	28,56	36,86	36,86	117,73	84,44	100,90	29,72	0,5
Moyenne glob	**28,93**	**13,75**	**2:33:49**	**2,56**	**49,25**	**24,10**	**40,99**	**36,70**	**116,39**	**82,25**	**89,14**	**21,27**	**-3,50**

Graphique 5 Données générales concernant l'unité 1140



APPENDICE IV (suite)
DONNÉES PROVENANT DE L'UNITÉ 1140 DE EBI

Tableau 6 Moyennes générales pour l'unité 1140

Date	Durée totale	Durée total ralenti	Distance totale
	HH:MM:SS	HH:MM:SS	km
13 mars 2013	19:13:38	6:36:24	448,50
15 mars 2013	0:24:12	0:24:12	0,00
18 mars 2013	10:21:10	4:54:19	225,60
19 mars 2013	8:56:01	3:49:08	177,50
20 mars 2013	8:02:57	3:43:26	166,20
21 mars 2013	6:52:48	2:24:43	191,50
22 mars 2013	6:42:50	1:37:46	221,00
25 mars 2013	5:30:51	2:30:55	141,70
26 mars 2013	10:01:29	5:03:59	215,90
27 mars 2013	10:00:02	4:13:31	212,60
28 mars 2013	7:20:07	3:17:59	155,60
Total	**93:26:05**	**38:36:22**	**2156,10**

APPENDICE V
DONNÉES COMPLÉMENTAIRES PROVENANT DES JOURNAUX DE BORD

Les journaux de bord des véhicules ont permis d'obtenir les renseignements complémentaires ci-dessous :

L'UNITÉ 1140 A PERMIS DE RECUEILLIR LES INFORMATIONS CI-DESSOUS PENDANT LA PÉRIODE ALLANT DU 27 FÉVRIER 2013 AU 28 MARS 2013 :

- Deux anomalies moteur actives ont été signalées pendant la période.
- La première anomalie est survenue le 18 mars alors que la température du jour était de -15 °C; il ne s'agissait pas d'une anomalie de panne totale, et l'anomalie s'est désactivée dans les 10 minutes qui ont suivi le démarrage.
- La seconde anomalie est survenue le 22 mars alors que la température du jour était de -10 0C; cette anomalie s'est également résorbée dans les 10 minutes qui ont suivi le démarrage du véhicule.
- L'origine des deux anomalies n'a pas été révélée; l'unité a été branchée et le niveau du liquide de refroidissement a été déclaré comme étant acceptable. L'anomalie active signalée n'a pas eu de répercussions sur le fonctionnement du véhicule.
- L'unité 1140 a utilisé le cache de radiateur à deux reprises, le 27 et le 28 février, dates auxquelles la température était, respectivement, de -1 °C et -2 °C.
- La pression moyenne quotidienne du carburant a oscillé entre un niveau maximum de 3 475 lb/po2 et un niveau minimal de 750 lb/po2. À la fin du quart, la pression moyenne du carburant était de 1 938 lb/po2.
- La pression moyenne du carburant indiquée au démarrage à froid était de 77,2 lb/po2 alors que l'unité avait été branchée pendant 14 des 15 jours de l'étude.

L'UNITÉ 1875 A PERMIS DE RECUEILLIR LES INFORMATIONS CI-DESSOUS PENDANT LA PÉRIODE ALLANT DU 27 FÉVRIER 2013 AU 28 MARS 2013 :

- Trois anomalies moteur actives ont été signalées pendant la période.
- Les deux premières anomalies sont survenues les 27 et 28 février, dates auxquelles la température a oscillé entre -2 °C et +2 °C, et de nouveau le 22 mars 2013, lorsque la température a atteint -11 °C sur le site de EBI.
- La pression moyenne du carburant indiquée au démarrage était de 77,7 lb/po2 alors que l'unité avait été branchée toutes les nuits à la fin du quart.
- La pression moyenne quotidienne du carburant a oscillé entre un niveau maximum de 3 500 lb/po2 et un niveau minimal de 700 lb/po2. À la fin du quart, la pression moyenne du carburant était de 2 185,7 lb/po2

APPENDICE V (suite)

DONNÉES COMPLÉMENTAIRES PROVENANT DES JOURNAUX DE BORD

UNITÉ 1875

Journal de bord quotidien		
Conducteur n° 1	Toutes les valeurs sont des valeurs réelles relevées par les conducteurs	Unité 1875

Date	Temp air °C	Pression d'huile au démarrage lb/po2	Heures en service	Pression du carburant lb/po2
27/02/2013	-2	70	8-10 h	2 000
28/02/2013	2	80	8-10 h	2 300
06/03/2013	2	80	8-10 h	2 500
07/03/2013	-2	70	8-10 h	2 500
11/03/2013	2	77	8-10 h	2 100
12/03/2013	4	76	8-10 h	2 300
15/03/2013	-14	80	8-10 h	2 000
18/03/2013	-16	80	8-10 h	2 000
19/03/2013	-7	80	8-10 h	2 400
20/03/2013	-6	80	8-10 h	1 800
22/03/2013	-11	80	8-10 h	1 800
26/03/2013	-2	80	8-10 h	2 000
27/03/2013	-2	80	8-10 h	1 900
28/03/2013	0	75	8-10 h	3 000
Temp moyenne	**-3,714285714**			
Moyenne de la pression d'huile au démarrage		**77,71428571**		
Moyenne du nombre d'heures en service			**8-10 h**	
Moyenne de la pression du carburant				**2185,714286**

APPENDICE V (suite)

DONNÉES COMPLÉMENTAIRES PROVENANT DES JOURNAUX DE BORD

UNITÉ 1140

Journal de bord quotidien				
Conducteur n° 2	Toutes les valeurs sont des valeurs réelles relevées par les conducteurs			Unité 1140
Date	**Temp air °C**	**Pression d'huile au démarrage lb/po2**	**Heures en service**	**Pression du carburant lb/po2**
27/02/2013	-1	75	8-10 h	1 950
28/02/2013	-2	75	8-10 h	2 000
06/03/2013	0	75	8-10 h	2 400
07/03/2013	-3	75	8-10 h	2 350
11/03/2013	1	65	8-10 h	2 050
12/03/2013	4	75	8-10 h	1 400
15/03/2013	-12	90	8-10 h	2 000
18/03/2013	-15	80	8-10 h	1 950
19/03/2013	-3	75	8-10 h	2 000
20/03/2013	-3	80	8-10 h	1 600
22/03/2013	-10	80	8-10 h	1 600
26/03/2013	-2	78	8-10 h	1 800
27/03/2013	-1	78	8-10 h	2 275
28/03/2013	0	n/a	8-10 h	3 000
Temp moyenne	**-3,357142857**			
Moyenne de la pression d'huile au démarrage		**77**		
Moyenne du nombre d'heures en service			**8-10 h**	
Moyenne de la pression du carburant				**2026,785714**